P.A

農林省
水産講習所研究報告

第4巻　第3号

THE JOURNAL OF THE SHIMONOSEKI COLLEGE OF FISHERIES

Vol. 4, No. 3

OCT 1955
LIBRARY
POFI
FISH & WILDLIFE
SERVICE

農林省水産講習所
下関市吉見

(昭和30年8月発行)

Published by
the Shimonoseki College of Fisheries
Yoshimi, Shimonoseki City, Japan.
AUGUST, 1955

農林省
水産講習所研究報告

第4巻　第3号

農林省水産講習所
下関市吉見

（昭和30年8月発行）

目　次

三角網地の斜辺に縫合せる四角網地の長さ・・・・・・・・・・・・・鶴　田　三　郎・・・1

魚群探知機による水没立枯木の探知に就いて・・・・千種正則・高瀬増男・広瀬　誠・・・5

人工湖（小野湖）に於ける適正漁獲法に関する研究
・・・・豊田正謙・松井　魁・千種正則・高瀬増男
広瀬　誠・早山万彦・板村貞夫・大林正美・・・9

Activities of Acetylcholinesterase in the Electric Organ of the Skate Fish.
・・・・・・・・・・・・・・Seishi KUWABARA・・・21

STUDIES ON YOSA-NAIKAI
4. Classification of Phytoplankton Communities and
Relation between Communities and Water Masses.
・・・・・・・・・・・・・・・・Hiroshi MAEDA・・・31

大スンダ列島南西沿海と大平洋海域に於けるキハダマグロの形態上の比較.
・・・・・・・・・・・・・・・・・鶴　田　三　郎・・・41

瀬戸内海産二枚貝の食餌に就いて.
第1報，トリガイ *Fulvia mutica* (REEVE)・千葉卓夫・鶴田新生・井上　泰・・・51

ドジョウの冬期蓄養に於ける魚体の減耗に就いて.・・・・久保田善二郎・松井　魁・・・57

C·ntents

The Length of the Squarish Net to hang Oblique Edge of the Triangular Net.
· · · · · · · · · · · · · · · Saburo TSURUTA · · · 1

Detection of the Withered-Tree below the Surface by the Ultrasonic Echo-Soundcr.
· · M. CHIGUSA, M. TAKASE and M. HIROSE. · · · 5

Studies on the Method of Correction Fishing in Lake ONO, a Reservior.
M. TOYOTA, I. MATSUI, M. CHIGUSA, M. TAKASE,
M. HIROSE, K. HAYAMA, S. ITAMURA & M. ŌBAYASHI. · · · 9

Activities of Acetylcholinesterase in the Electric Organ of the Skate Fish.
· · · · · · · · · · · · · · Seishi KUWABARA · · · 21

STUDIES ON YOSA-NAIKAI
4. Classification of Phytoplankton Communities and
Relation between Communities and Water Masses · · Hiroshi MAÉDA · · · 31

Morphometric Comparison of Yellowfin Tuna of Southwestern Great Sunda
Islands and of the Pacific Waters · · · · · · · · · · · Saburo TSURUTA · · · 41

Studies on the food Bivalves in setonaikai, Inland Sea of Japan.
1. *Fulvia mutica* (REEVE). · · · T. CHIBA, A. TSURUTA and Y. INOUE · · · 51

On the Decreasing Rate in Weight and Nmber of the Loach (*Misgurnus anguillicaudatus* CANTOR) during the Winter Season.
· · · · · · · · · · Z. KUBOTA and I. MATSUI · · · 57

三角網地の斜辺に縫合せる四角網地の長さ※

鶴　田　三　郎

The Length of the Squarish Net to hang Oblique Edge of the Triangular Net

By
Saburo TSURUTA

It was intended to determine adequate length of a squarish net in order to hang it to oblique edue of a triangular net in proportion to length and breadth of the latter. However, we have hitherto had a formula as shown (1), but it is applicable only when both the triangular net and the squarish net are hanged each other with the same shrinkage. The author obtained a formula as shown (2) which is applicable to various cases and the formula (1) is comprised in this one.

Formula (1) ..... $L_s / L_t = \sqrt{1 + \left(\frac{B}{L_t}\right)^2 \left(\frac{1}{x^2} - 1\right)}$

L_t .... Length o the triangular net.

B ..... Breadth of the triangular net.

L_s ..... Length of the squarish net.

$x = 1 - s$, s ..... Shrinkage.

Formula (2) ..... $L_s / L_t = \dfrac{\sqrt{x^2 + \left(\frac{B}{L_t}\right)^2 (1 - x^2)}}{y}$

$x = 1 - s_1$, s_1 ..... Shrinkage of the triangular net.

$y = 1 - s_2$. s_2 ..... Shrinkage of the squarish net.

L_t, B, L_s ..... As above mentioned.

緒　　言

三角網地の斜辺と四角網地の縁辺（側辺又は端辺）とを縫合せる場合，四角網地のこれに適する長さは，三角網地の形即ち，長さと幅との割合，及びこれ等の網地が或る拡がりを保つ為に與へられる縮結によつて種々変化する。三角網地の長さL_t，幅B，斜辺の長さℓとし，長さの方向にSなる縮結を與へると長さは$L_t(1-S)$，幅は$B\sqrt{1-(1-S)^2}$となる。従つてこの時斜辺の長さℓは

$$\ell = \sqrt{L_t^2(1-S)^2 + B^2\{1-(1-S)^2\}}$$

$1 - S = x$とすれば

$$\ell = \sqrt{L_t^2 x^2 + B^2(1 - x^2)} \quad \cdots\cdots (A)$$

で求められる。

※ 水産講習所研究業績　第155号.

方　　法

1．同一縮結の下に縫合せる場合

三角網地と，この斜辺に縫合せる四角網地とが同一縮結の場合については，既に長棟(1932)によつて発表されているから省略し公式のみに止める。

$$L_s / L_t = \sqrt{1 + \left(\frac{B}{L_t}\right)^2 \left(\frac{1}{x^2} - 1\right)} \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

L_s ：三角網地の斜辺に縫合せる四角網地の縁辺の長さ，

2．異なる縮結の下に縫合せる場合

三角網地の長さの方向に S_1 なる縮結を与へた時，斜辺の長さを ℓ とすれば，四角網地の長さは異なる縮結 S_2 で斜辺と同じ長さの ℓ でなければならない。従つて求める四角網地の長さを L_s とすれば，$L_s = \dfrac{\ell}{1-S_2}$ となり，$1-S_2 = y$ とすれば $L_s = \dfrac{\ell}{y}$

依つて　$L_s / L_t = \dfrac{\ell}{L_t y}$ ……（B）

この時三角網地の斜辺の長さ ℓ は，（A）式と同様の方法により，$1-S_1 = x$ とすれば

$$\ell = \sqrt{L_t^2 x^2 + B^2 (1 - x^2)} \quad \cdots\cdots\cdots (C)$$

で求められる。

（B），（C）式から

$$L_s / L_t = \frac{\sqrt{x^2 + \left(\frac{B}{L_t}\right)^2 (1 - x^2)}}{y} \quad \cdots\cdots\cdots (2)$$

第1表に（2）式から，$B/L_t = 0.1 \sim 1.0$，S_1，S_2 が夫々 0.1～0.5 なる場合の L_s / L_t の計算値を示した。

Table 1. The values of L_s / L_t are products from the formula (2), and Gothic write are Products from the formula (1).

(1), $B/L_t = 0.1$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	**1.000**	1.126	1.287	1.502	1.803
0.2	0.891	**1.000**	1.146	1.337	1.605
0.3	0.782	0.879	**1.010**	1.173	1.407
0.4	0.673	0.757	0.865	**1.010**	1.211
0.5	0.563	0.634	0.725	0.836	**1.010**

(2), $B/L_t = 0.2$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	**1.000**	1.133	1.293	1.507	1.808
0.2	0.899	**1.010**	1.156	1.348	1.618
0.3	0.794	0.893	**1.020**	1.191	1.429
0.4	0.690	0.776	0.887	**1.040**	1.242
0.5	0.588	0.661	0.756	0.882	**1.060**

(3), $B/L_t = 0.3$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	**1.010**	1.137	1.299	1.516	1.819
0.2	0.911	**1.030**	1.171	1.367	1.640
0.3	0.813	0.917	**1.050**	1.220	1.464
0.4	0.718	0.808	0.923	**1.080**	1.292
0.5	0.626	0.704	0.805	0.939	**1.130**

(4), $B/L_t = 0.4$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	**1.019**	1.146	1.310	1.528	1.834
0.2	0.928	**1.044**	1.193	1.392	1.671
0.3	0.840	0.945	**1.080**	1.259	1.515
0.4	0.756	0.850	0.971	**1.133**	1.360
0.5	0.676	0.760	0.869	1.014	**1.217**

(5), $B/L_t = 0.5$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	**1.029**	1.414	1.619	1.889	2.267
0.2	0.949	**1.068**	1.221	1.424	1.709
0.3	0.873	0.982	**1.122**	1.310	1.572
0.4	0.801	0.901	1.030	**1.202**	1.442
0.5	0.735	0.827	0.945	1.102	**1.323**

(6), $B/L_t = 0.6$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	**1.041**	1.185	1.354	1.580	1.896
0.2	0.975	**1.097**	1.253	1.462	1.755
0.3	0.912	1.026	**1.173**	1.368	1.641
0.4	0.854	0.960	1.098	**1.281**	1.519
0.5	0.801	0.901	1.030	1.202	**1.442**

(7), $B/L_t = 0.7$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	**1.056**	1.188	1.358	1.580	1.901
0.2	1.004	**1.129**	1.291	1.506	1.807
0.3	0.956	1.077	**1.229**	1.434	1.720
0.4	0.912	1.026	1.173	**1.368**	1.641
0.5	0.873	0.982	1.123	1.310	**1.572**

(8), $B/L_t = 0.8$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	**1.072**	1.206	1.379	1.609	1.930
0.2	1.037	**1.166**	1.333	1.555	1.866
0.3	1.004	1.129	**1.291**	1.506	1.807
0.4	0.975	1.097	1.253	**1.462**	1.755
0.5	0.949	1.068	1.221	1.425	**1.709**

(9), $B/L_t = 0.9$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.1	**1.091**	1.227	1.403	1.636	1.964
0.2	1.072	**1.207**	1.379	1.609	1.930
0.3	1.056	1.188	**1.358**	1.580	1.901
0.4	1.041	1.172	1.339	**1.562**	1.875
0.5	1.030	1.158	1.323	1.543	**1.852**

(10), $B/L_t = 1.0$

S_1 \ S_2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1	**1.111**	**1.250**	**1.429**	**1.667**	**2.000**	**2.500**	**3.333**	**5.000**	**10.000**
0.2	**1.111**	**1.250**	**1.429**	**1.667**	**2.000**	**2.500**	**3.333**	**5.000**	**10.000**
0.3	**1.111**	**1.250**	**1.429**	**1.667**	**2.000**	**2.500**	**3.333**	**5.000**	**10.000**
…	……	……	……	……	……	……	……	……	……
…	……	……	……	……	……	……	……	……	……
0.7	**1.111**	**1.250**	**1.429**	**1.667**	**2.000**	**2.500**	**3.333**	**5.000**	**10.000**
0.8	**1.111**	**1.250**	**1.429**	**1.667**	**2.000**	**2.500**	**3.333**	**5.000**	**10.000**
0.9	**1.111**	**1.250**	**1.429**	**1.667**	**2.000**	**2.500**	**3.333**	**5.000**	**10.000**

結　　言

長さL_t，幅Bなる三角網地に，長さの方向にS_1なる縮結を与へた時，この斜辺にS_2なる縮結を与へた四角網地を縫合せる場合，四角網地の適当なる長さL_sは，公式（1）及び（2）から求められるが，公式（1）は，公式（2）の $S_1 = S_2$である特殊な場合であつて，この場合の計算値は第1表に太字で示した。

第1表中の（10）は，長さと幅の等しい三角網地の場合であつて，この表で明かな如く，斯如き二等辺三角形の網地では，如何なる縮結を与へても斜辺の長さは変化しないから，これに取付ける四角網地の長さは，四角網地に与へられる縮結のみにより変化する。

第1表には長さが幅より大なる場合の値を示したが，逆に幅が長さより大なる場合は，L_tとBを反対に用うれば所要の四角網地の長さはこの表から求められる。

計算値は（1），（2）式で示された如く平方根を示し，大部分が無理数であるから，各表に示す計算値と実測値とでは多少の差異あることは免れないが，網地は極めて柔軟性に富むものであるから充分実用に供し得るであろう。

引　用　文　献

1） 長棟暉友：1932，1948．最新漁撈学（82～83頁）．

魚群探知機による水没立枯木の探知に就て※

千種正則・高瀬増男・広瀬　誠

Detection of the Withered-Tree below the Surface
by the Ultrasonic Echo-Sounder
By

Masanori CHIGUSA · Masuo TAKASE · and Makoto HIROSE

In an attempt to discern between the records of fish schools and those of drowned and withered-trees by an ultrasonic echo-sounder an experiment was undertaken at Lake Ono, an artificial lake constructed by the koto Power-plant, Ube city in November and December 1954. So far as the experiment with a 50 KC ultrasonic fish-finder goes, recognition of the fish schools from drowned trees (pine-tree, persimmon-tree, mulberry-tree, shrub and bush) is possible. But it is hoped that further analysis will ellucidate details of the withered-trees on the bottom of the interior water.

ま え が き

近年，国土開発計画上，特に重要視されている電源開発工事の進展にともない，多くの重要河川には水力発電所，又は工業用水確保のための土堤が築設され，各所にこれらダムによる湛水区域，即ち人工湖が出現した。

この人工湖を淡水魚生育場として利用する場合，問題となる漁撈方法研究の前提として魚群探知機の影像の上で，かゝる人工湖に多い，水没立枯木と魚群の確認，及び両者の識別がとり上げられる。

そこで最近，行つた人工湖の漁法研究の裡から水没立枯木に関する魚群探知機の記録を検討して，今後の人工湖開発の資料に供しようとするものである。

小野湖の状態と測定装置

小野湖は昭和24年12月完成した厚東ダム（高さ30米，長さ163米）によつて湛水を開始した厚東川と太田川の下流区域を含めた，Y字形の狭長な人工湖で，水面積は計画満水面（標高39米）に於て、250.8町歩，延長10粁，最大巾約850米，（調査当時は減水のため，第一次湛水標高30.77米，第二次標高33.5米であつた）に亘り，湖岸は同川の両岸が溢水のため，そのまゝ漏員を増したに過ぎない状態であるから旧川岸の立木はそのまゝ水没し，現に水岸には，灌木，女竹，雑木，及び松，柿など各種の立枯木が存在し，水位の高低によつて隠見する。[1]

ダムより見た湖岸の状況を，Fig. 1 に示した。

以上の状況から魚群探知機は次の様な型式を選び，測定装置を準備した。

※ 水産講習所研究業績　第156号.

Fig. 1 The view of lake side that have seen it on the Dam, take a care the exposed Withered-trees

第1図 ダムより見た湖岸の状況，露出した立枯木に注意

実験月日　昭和29年11月26日，同年12月20日～23日。
実験場所　山口県宇部市小野地区，小野湖。
実験艇　第一次，渡船（9×1.5×0.3）木製
第二次，救命艇（4.7×1.6×0.5）軽合金製，共に5HP舷外エンヂンを装備した。
魚群探知機　漁研二型（日本電気製）周波数 50KC
測深々度　0～50米，50～100米
記録方式　湿式回転円孤式
紙送速度　15粍/分
送受波器設置方法，垂直下向き，横向き，に必要に応じて適宜切換を出来る様にした。

測定の経過

第一次

実験船に前記魚群探知機を垂直下向きに，舷外装置して，魚群及び水没立枯木の予備的探知を行い，その位置を記録した。然し本回は魚群の探知と集魚方法，及び漁法の研究に主点を置いたので，水没立枯木の問題は本魚探機によつて探知，分離の可能なることを，確認するにとゞめた。

第二次

実験船に第一次と同様に装備した，魚群探知機を運転しつゝ今回は航行可能な全域に亘つて探知調査，第一次の記録と綜合して水没立枯木の記録像を確めると共に，水没立枯木と思われる記録を得た地点では低速施廻して，これを確認，又湖岸の状況及び水面に露出或は水面下に認め得る水没立枯木から，水面下の立枯木の状態の確認出来るものを主として，その直上，又は可能な限り直上に近づけて航行，記録紙上の変化を調べた。

尚解明出来ない像に就いては，ダム築設以前の航空写真から湖底状況を判断して，解明に努めたがこれらの記録は本報告ではふれない。又一部のものに就いては送受波器を横向きに切換えて，その記録を求めた。

水没立枯木探知試験の結果

両川地区，合流点，並に小野橋附近を約時速4節で航行，記録したのが第2図，第3図，第4図である。これらに示された様に5米～10米の湖底の上に底線と接して，高さ約2～3米で棒状，又は角型影像として記録されているのが，水没立枯木及びこれらの群落である。又ほゞ同地点を横向き（伏角約45°）方式を用いて探知したのが第5図である。これら航行中の結果は，像が複雑であるが停止して一定方向（横向き，下向き）に探知を行つた記録は，網と同様一連の線として，はつきり記録された。

実験結果に対する考察及び結論

これら水没立枯木は水没後既に数年を経た今日でも意外に朽ちず，葉及び小枝を落した程度でそのまゝ立つているから，柿ノ木，松，雑木，など比較的大型の単独樹木ではその幹及び太

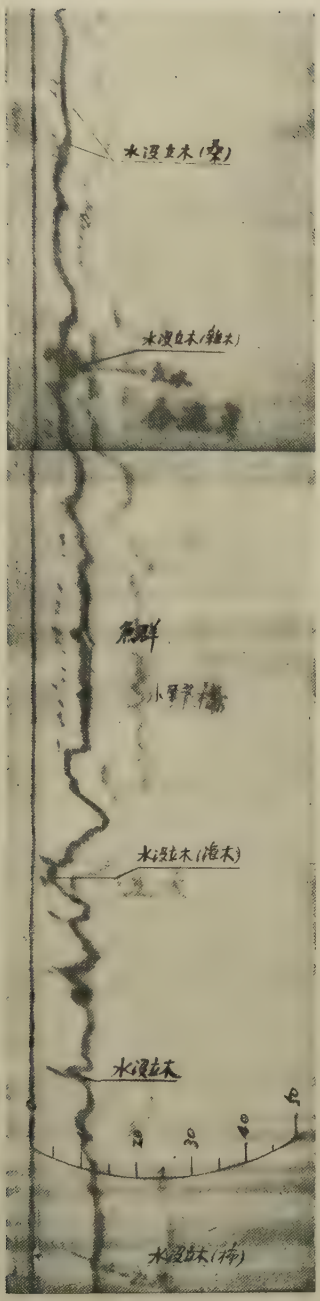

Fig. 2 The fish-schools and Withere -trees, that recorded it at the runing by Fish-finder.

第2図　航行中，魚群探知機により記録した魚群と立枯木

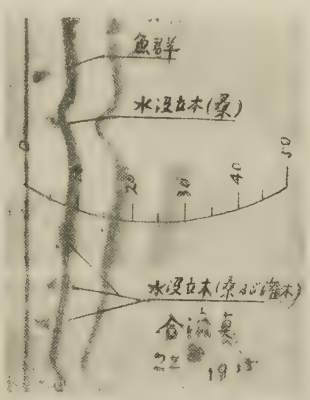

Fig. 3 Similar state as Fig. 2, have a care the shap of Withered-tree to like the fish-school.s

第3図　第2図と同様，魚群に似た立枯木像に注意

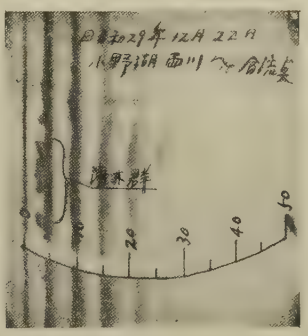

Fig. 4 It is the Brush, that have recorded at runing.

第4図　航行中記録した灌木群落

記録されているのは注意を要する。

枝が，又灌木では枝の繁茂密度が大であるから，それがそれぞれの反射率に応じて記録されると考えられる。前者の場合の影像は単純な棒状をなして記録されるが，後者の場合の影像は変化が多く，航行中垂直下向きの魚探機による像のみをもつて，その状態を確認するには更に実験を重ねる必要がある。

即ち，第3図に示す如く桑，及び灌木類はその枝の状態で，又船速，魚群の大小，状態から時に底線と分離して輪郭の崩れた，魚群像と誤認され易い像として

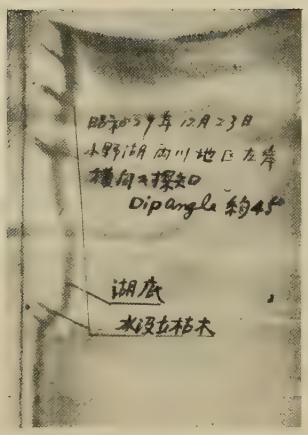

Fig. 5 The reflection of Withered-tree, put on recorded it by the horizontal method.

第5図　水平方式により記録した立枯木の映像

横向き方式の場合は，第5図に示す如く底線に直立した槍状の像で，断続した横線状に記録される魚群とは容易に区別出来る。このことから，本問題に関しては，むしろ横向き方式を用いた方が魚群量の推定のためにも好結果が得られる様であるが，今回は実験結果が少くないので結論を出すことが出来ない。この調査時に於ては魚群は，おほむね3～7米層に游泳していたので，像は殆んど底線から浮び上つて記録され，区別し得たが今後魚群の状態の変化と共に，両者の区別がどの様に変化するか，後日の調査に待たなければならぬ。

然しながら，これら影像は魚群探知機の性能，記録方式，記録紙の種類及び状態によつても，又実験船の速力によつても，像の濃淡，形状は異なつてくることは勿論[4]で，これをもつて他の実験の記録と比較することは出来ない。唯今回の実験の場合，同一条件で風，波，水温分布変化の影響は地形の関係から無視出来る程度の変化しかないと考へ，この実験の場合次のことが言える。

（1）　柿，松，雑木等比較的直立した状態にある立枯木はその高さの高い程，幹枝の太い程，探知識別は容易である。

（2）　灌木，藪等はそれが群落をなしているときには底線に接触した，角型の影像として記録されるが，単独で点在するときには底線より浮び上つた魚群像と誤認され易い像として記録される。

（3）　水没立枯木はこの型式の魚群探知機では，可成り明瞭に記録されるが水底に横たわつたものは複雑な水底のため（その状態にもよるが）分離，確認は困難な場合が多い。

（4）　横向き方式（伏角0°）では複雑な条件のため今回は期待した成果は挙げ得なかつた。

終りに本実験に直接御指導を賜つた，豊田，松井教授，魚群探知機を配慮下さつた海上電機下関営業所々長桜井氏に対して深甚なる謝意を表すると共に，実験及び写真撮映に協力下さつた，板村，大林，原田，各技官に感謝する次第である。

参　考　文　献

1）　中野宗治　他2：1951．ダムにより河川に出来た人工湖の生産増強方法の研究，水産研究会報，第4号．

2）　豊田正謙　他7：1955．小野湖に於ける適正漁獲法の研究，本誌掲載．

3）　黒木敏郎：1953．水平魚群探知機による魚群量の推定，鹿児島大学水産学部紀要，3（1）．

4）　水産庁漁船研究室編：1951．超音波測深機，魚群探知機並にその応用に関する研究，漁船資料，第2号．

人工湖（小野湖）に於ける適正漁獲法に関する研究※

豊田正謙・松井　魁・千種正則・高瀬増男
広瀬　誠・早山万彦・板村貞夫・大林正美

Studies on the Method of Correction Fishing in Lake ONO, a Reservior.

By
Masakane TOYOTA · Isao MATSUI · Masanori CHIGUSA · Masuo TAKASE
Makoto HIROSE · Kazuhiko HAYAMA · Sadao ITAMURA and Masami ŌBAYASHI

It is important for the purpose of making increase in stocking or production of lake ONO, a reservoir, that fish be multiplied positively on the one hand and fishing procedures be rationalized by using proper method or implements of fishing in the lake on the other,

With a view to find proper implements or method of fishing in the lake, some experiments were carried out. The results obtaind are as follows :

1) The result of survey of lake ONO, in November and December, 1954, showed that the schools recorded by a fish-detector are mainly those of the pond smelt, migrating in middle body of water 3 to 7 meters beneath the surface.

2) The schools begin to enter streams from the lake towards the end of December for spawning, and the shools are smaller in size and more dispersed than those of November.

3) The fishing method by square-net using fish-lamp answered our purpose best, because the fish are phototropic.

4) Catch of the pond smelts is mostly of two-year ones, propagated in natural condition.

I. 緒　　言

人工湖に於ける資源の開発並びに生産の向上を計るためには水族の積極的増殖を構ずる一方，湖水に適応する漁具，漁法の考案に依つて漁獲法を合理化することが肝要である。

小野湖は昭和26年設置されて以後，積極的増殖が実施されて，その成果は顕著なるものがある。然るに湖岸は急斜し而も枯木其他障害物が多く湖底は設置前の原形をとゞめて起伏多く不規則であるために，之に適切な漁具，漁法の導入が要望されているので本研究を試みた。本研究に於ける漁具，漁法関係は豊田．千種．高瀬．板村，魚群探知機関係は千種．広瀬，生物関係は松井．早山，水質関係は早山．大林が夫々分担した。

本文を草するに当り，研究費の補助を受けた宇部市並びに実験に協力され，且絶大なる援助

※ 水産講習所研究業績　第157号.

を賜つた常田茂栄氏他小野支所職員，海上電機下関営業所長桜井氏に深甚なる感謝の意を表す。

Fig. 1. Situation of lake bottom.
Arable land.
Copse wood of latifoliate tree.
Wood of acerose tree.
Grove of bamboo.
Embankment.
Hamlet.
Bridge.
Road.
39 meter above the sea-level.

II. 実験方法及び経過

1．魚群探知機

実験は，昭和29年，第1次11月26日～27日，及び第2次12月20日～24日の2回に行つた。

測定装置は，使用艇として，第1次には渡船（9m×1.5m×0.3m），第2次には救命艇（5.2m×2.0m×0.4m）を用い，いづれも5HP舷外機関を装備し必要に応じて適宜網船を使用した。

魚群探知機の型式は，漁研二型（日本電気製），周波数50KC，記録方式は湿式回転円孤式で測深範囲は0～50m，50m～100m，紙送速度は15mm/min.，記録紙巾65mm，で該機を舷側装置として，（a）垂直下向き，（b）水平横向き，回転自由，伏角0～90°，に装置し，両者共に船中で自由に切換操作出来る様にした。その他，浮標懸垂装置（第2図）を試みたが何れも送受波器は水面下約1米で，後者の場合風波による動揺は殆んど認められなかつた。

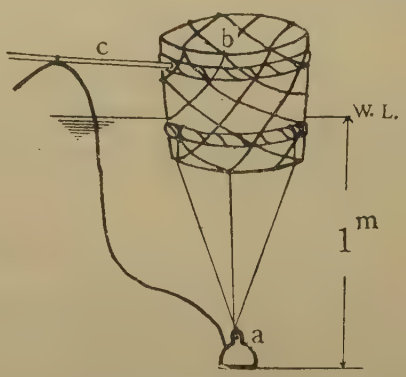

Fig. 2. The vibrater (a) hanged from a buoy (b), was set to be managed with the stay (c) fixed to the boat.

第1次は実験船に魚群探知機を（a）の如く装備して運転しつゝ第3図に示すコースを探知航行した。第1次では専ら魚群の発見に重点を置き，漁撈試験の位置の選定に努めた。当時減水並びに実験船の不適当なため全域を亘る調査は行い得なかつた。

第2次は殆んど航行可能な全域（但し厚東川地区，川瀬橋上流は除く）に亘つて探知を行つた。（第3図）

第1回漁撈試験は第5図a～b地点で行い，魚探船と網船を竹で張りわたし，中央に敷網を設置して舷側より下向きに探知した。第1次に於ては各回とも同様な方法を用いた。

第2次に於ける第1回漁撈試験は第5図d地点で行つたが魚群探知機の故障により記録を得ることが出来なかつた。d点で行つた第2回試験は魚探船を網船の張出し反対舷に接舷，両船の間に送受波器を置き，その対舷で集魚灯を点灯，趨光性を調査すると共に入網状況を探知し

Fig. 3. The courses of research boat equiped with fish-finder. Lines, —— ·· —— and —— represent respectively 1st and 2nd cruise, on which those asigned as △and □are the postions where the fish-schools were recorded.

Fig. 5. Fishing station of experiment at 1st and 2nd term.
△…Gillnet, ◉…Squarenet, ○…Longline.
A. line……39 meter above the sea-level.
B. line……33.5 meter above the sea-level.
C. line……30.7 meter above the sea-level.

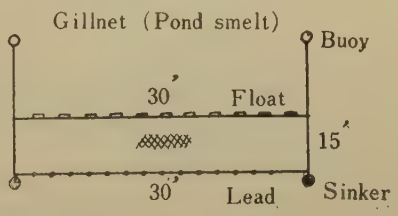

Fig. 6.
Cotton net. 20's/4
mesh size 11/16"
shrinkage 30/100

たが，方法の不都合を感じたので第３回試験は魚群探知機を網船の網舷に移した。この場合は魚群の集魚状況が良好であつた事も加つて，好記録を得ることが出来た。

同じくｅ点に於ける第４回，及び第５回試験は魚探船を張出し竹の内側に乗入れ，集魚状況及び網成りの探知に当つたが，揚網時，魚探船の脱出が円滑を欠き，魚群の逸脱が考えられたので，（然しながら沈下中の網の形状及び吹き上り状況など探知出来た。）続いて行つた，同地点に於ける第６回試験には送受波器を網船の網舷中央に置き，主として横向き方式で探知を行つた。然し水深が浅く，地形が狭隘複雑で，それに水没の枯木も多かつた結果，雑音が多く魚群の判定が困難で，かゝる地点でこの条件の下では伏角30°位で比較的好記録が得られた。次回の試験では以上の経過に鑑み，送受波器の装備状況を浮標懸垂方式に改め，漁具も四ツ手

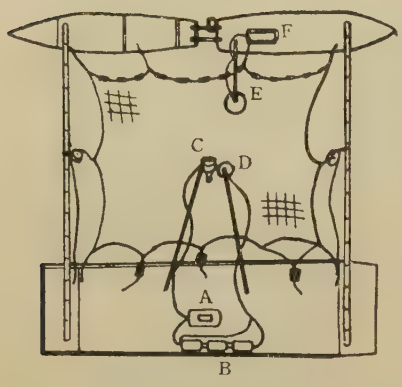

Fig. 4. The apparatus for researching the fish-schools set adove the square-net. A; fish-finder, B; battery, C; vibrater, D; fish-leading lamp, E; fish-gathering lamp.

式敷網に変更した。魚群探知機及び漁具，集魚灯の配置は第4図に示した。この際の記録から集魚状況，網の形状を求めて，漁撈を指導し漁獲を確実ならしめて両者の比較を検討した。

2．漁　法

第1表に示す条件で次の如き漁法により実験を行つた。

漁場 a. 刺網（わかさぎ）．魚探機により魚群を探知し，立木を避けて岸に略平行に投網，両網端を固定し，沈子方は水底に接着させ，浮子方は水面より約3m下に沈下する如く設置した。

No. 1　投網　16.50　揚網　17.50

漁場 d. 小型敷網（わかさぎ）．網船と向船との間隔3Kに保ち張出竹を以て固定し，敷網の四つ角に手綱を取付け水底に敷設して魚探機の記録により揚網した。水上集魚灯は網船の集魚舷側1m上に，水上誘導灯は網舷側1m上に設置し，送波受機は網船の網舷側1m下に設置した。集魚灯周囲の明暗部に「わかさぎ」の浮上飛躍が多数見られ，且つ灯直下水面に稚魚（魚種不明）の游泳が少数見られた。

点灯	18.00	No. 1	投網	18.30	揚網	18.40
		No. 2	〃	18.45	〃	19.00
		No. 3	〃	19.05	〃	19.20
		No. 4	〃	19.25	〃	19.35

漁場 c. 大型敷網（わかさぎ）．魚探機及び発電機（以下ガソリン発動機駆動直流 40V 20AH 集魚灯用）はジユラボート（以下ジユラルミン製救命艇）に積載し，網船2隻を連結し，水上集魚灯は網船の集魚舷側でジユラボートより1m上に，水上誘導灯は網船の網舷側より3m張出し1m上に設置した。但し集魚灯は点灯約1時間後故障の為以後網舷の集魚舷側1m下に水中集魚灯を設置した。向竹との間隔10Kに保ち，魚探機は故障の為使用せずに揚網した。「わかさぎ」の浮上飛躍や稚魚等は見られなかつた。

点灯　20.45　No. 1　投網　21.50　揚網　23.30

漁場 d. 中型敷網（わかさぎ）．向竹との間隔6Kに保ち水上集魚灯は網船の集魚舷側1m上で点灯するも約30分後故障の為水中集魚灯を網舷側1m下に設置し誘導灯と兼用した。魚探機はジユラボートより操作し記録により揚網した。「わかさぎ」の浮上飛躍は少数見られた。No. 1 操業中「わかさぎ」1尾を釣獲した。

点灯	18.30	No. 1	投網	19.00	揚網	19.20
		No. 2	〃	19.35	〃	19.55

漁場 e. 中型敷網（わかさぎ）．向竹との間隔はNo. 1 操業時 6K，以後折損の為 5 Kとした。水中集魚灯は網船の網舷側1m下に設置し誘導灯は用ひず，魚探機はジユラボートにて操作し記録により揚網した。最終回操業時は網船の網舷側に送受波機を横向として使用し，水中集魚灯は樽で網舷側より3m張出し1m下に浮設した。「わかさぎ」の浮上飛躍は殆ど見られなか

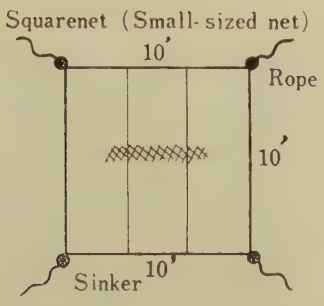

Fig. 7.
Cotton net. 20's/6
mesh size 7/8″
shrinkage 50/100

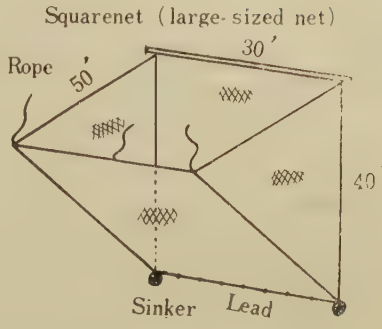

Fig. 8.
Cotton net. 20's/6
mesh size 1/2″, 6/8″. 7/8″.
shrinkage 30/100

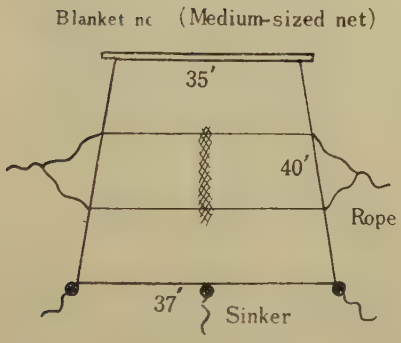

Fig. 9.
Cotton net. 20's/6
mesh size 1/2″, 6/8″, 7/8″,
shrinkage 40/100

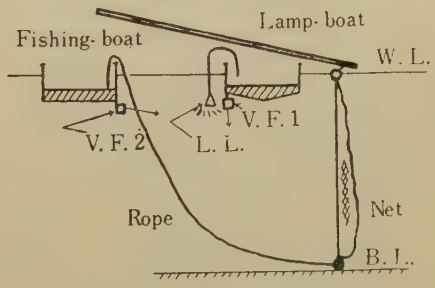

Fig. 10. Set plan of squarenet.
L. L. Gathered fish leading lamp.
V. F. 1 Vibrator of fish-finder.
(Set up at vertically.)
V. F. 2 Vibrator of fish-finder.
(Set up at horizontally.)

つた。

点灯	20.20	No. 1	投網	20.30	揚網 20.50
		No. 2	〃	21.00	〃 21.20
		No. 3	〃	21.30	〃 21.50

漁場 f. 中型敷網（わかさぎ）. No. 1 操業時は棒受式とし，向竹との間隔 4 Kにとり撒餌（炒糠 5 . 蛹粉 3 . 粘土 2 ）による昼間操業であつた。以後の操業は敷網式とし向船は 2 隻を連結し，網船との間隔最大 6 Kにとり間隔は自由に変へられる如く装置した。水上集魚灯は向船より網舷側 1 m上に，水中誘導灯は網船より 4 m張出し樽の下 1 mに浮設した。魚探機は網船に設置し，送受波機は樽の下 1 mに浮設し網船より自由な位置に操作し得る如く張出し，魚探機の記録により揚網した。「わかさぎ」の浮上飛躍は小しく見られ，且つ水上灯直下水面に稚魚（魚種不確実）の游泳が見られた。

撒餌		No. 1	投網	15.40	揚網 16.10
点灯	17.55	No. 2	〃	18.00	〃 18.10
		No. 3	〃	18.30	〃 18.40

No. 4	〃	18.50	〃	19.20
No. 5	〃	19.40	〃	19.45
No. 6	〃	19.50	〃	20.00
No. 7	〃	20.20	〃	20.30

Set plan of squarenet.

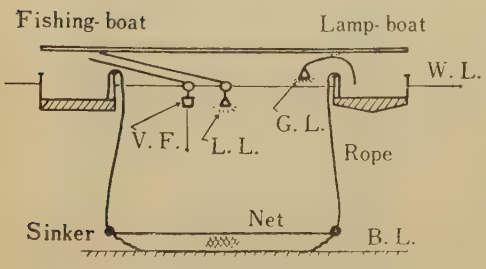

Fig. 11.
G. L. Fish gather lamp.
L. L. Gathered fish leading lamp.
V. F. Vibrator of fish-finder.
(Set up at vertically.)

げて延伸し，餌は煉餌（茹甘藷5．炒麩1．蛹粉1．小麦粉3）120本とした。残餌は生蛹多数，切甘藷若干，煉餌0であつた。

g．鉢　投縄21日　15.00　揚縄21日　18.30

h．鉢　〃　21日　15.40　〃　21日　19.00

漁場 i．延縄．底延縄式とし h．鉢より少しく下流で畧旧河床上に平行に延伸し，餌は煉餌（茹甘藷5．炒麩0.5．蛹粉0.5．小麦粉4）60，茹切甘藷（1cm角）180計240本とし，餌種別に連続して装餌した。残餌は切甘藷若干，煉餌0であり切甘藷に漁獲があつた。

投縄　22日　11.00　　揚縄　23日　08.00

漁場 j．刺網（こい．ふな）．三枚網2反を連続して使用し，畧旧河床上に平行に投網した。

投網　21日　18.00　　揚網　22日　09.00

漁場 k．刺網（こい．ふな）．j．網と同じ網で同要領により投網した。

投網　22日　09.30　　揚網　23日　09.00

漁場 l．刺網（こい．ふな）．j．網と同じ網を同要領により投網した。

投網　23日　10.00　　揚網　24日　09.00

漁場 g．h．延縄．底延縄式とし g．鉢は旧河床上に平行に延伸し，餌は生蛹60，茹切甘藷（1cm角）60計120本を餌種別に連続して装餌した。h．鉢は前鉢より少しく下流に畧旧河床上に平行に立木を避けてL字形に曲

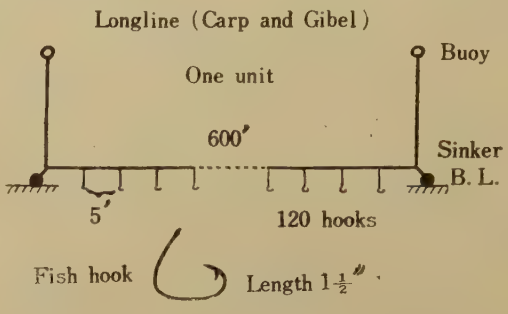

Fig. 12.
Maine line cotton 20's/36
Branch line cotton 20's/9

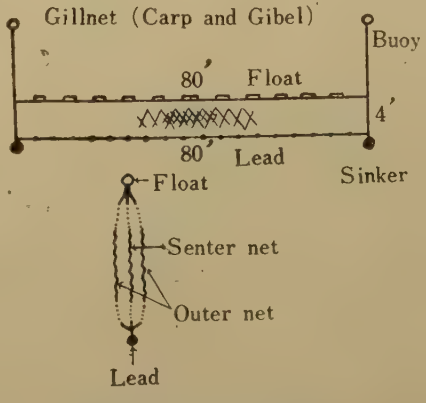

Fig. 13.
Amilan net. (Trammel net)
Senter net 210D/3
mesh size 2″
shrinkage 50/100
Outer net 210D/6
mesh size 1′
shrinkage 40/100

註…文中1K＝曲尺5尺≒1.5m，灯の位置は水面を基準とした。

III．実験の結果

1．魚群探知機に記録された魚群に就いて

第1次探知航行の結果として，一ノ坂対岸黒瀬附近より鍛治屋河内附近にかけて，相当広範囲に魚群の点在と思われる地点を発見した。これが「わかさぎ」を主とした魚群であることは後刻漁捞試験（第5図a～c点）によりほゞ確認した。

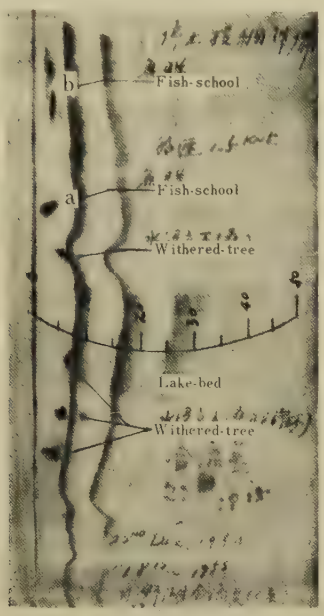

Fig. 14. The image of the fish-schools recorded by the fish-finder, taken when the boat was runing.

第2次魚群探知に於ける航行中の記録の一部を第14図に示す。6m～7mの底線上，3m～4mの層に塊状及び帯状をなして記録されているのが魚群である。aは船速4節，bは約1.5節で記録したもので，高速では水没立枯木と誤認され易い像として記録されているのは，魚群の状態の確認，水没立枯木の問題と関連して注意を要する。

第15図，第16図はいづれも，第2次a，及びe点に於ける試験の結果を示す。魚群は3m～6mの層に点，又は濃淡のある帯状をなして記録され，殊に入網量の多かつた第15図の場合は点灯及び消灯時に於ける魚群の回游の状態が記録紙上にはつきり断続した影像として記録され，第16図に示した横向き方式に依る記録では，入網中の魚群が集魚灯を中心として回游している状態が明らかにされた。然しこれらの場合，気温の降下にともない水面より湯気の発生が激しく肉眼でそれ

2. 漁 獲 試 験

i. 漁期，漁場，漁具，天候その他の諸条件を表示すれば第1表の通りである。

Table 1. Showing the conditions of the weather, fishing gears, fishing boats and captured fishes.

Station	Date	Lunar age	Weather	Wind direction	Wind force	Air temp. °C	Water temp. m/°C	Depth m
a	1954Nov.26	0.5	B	NE	0～1	23	0/14.6　5/14　9.5/13.4	7～10
b	〃 26	0.5	B	NE	0～1	23	0/14.6　5/14　9.5/13.4	10
c	Dec.20	24.5	B	ENE	0～1	3.5	0/9.9　3/9.8　5/9.5　10/9.5　15/8.8	15
d	〃 22	26.5	B	—	0	4.5	0.5/9.0　5/9.0　10/9.2	7
e	〃 22	26.5	B	E	0～1	—	—　—	10
f	〃 23	27.5	B	N	0～1	—	—　—	8
g, h	〃 21	25.5	B	NE	0～1	—	—　—	5
i	〃 22	25.5	B	—	0	—	—　—	5～7
j	〃 21	25.5	B	—	0	—	—　—	3～5
k	〃 22	26.5	BC	—	0	4.5	0/4.0	3
l	〃 23	27.5	B	NNE	0～1	—	—　—	2～3

Fishing gears	Fishing boats	Captured fishes: Pond smelt	etc.	Total
Gillnet. 1. Fig. 6	F.b. 1	0	0	0
Squarenet. 1. Fig. 7	〃 2	13	30	43
〃 1. Fig. 8	〃 2	2	9	11
〃 1. Fig. 9	〃 1	45	20	65
〃 1. 〃	〃 1	11	40	51
〃 1. 〃	F.b.2, L.b.1	90	133	223
Longline. 2. Fig. 12	L.b. 1	—	0	0
〃 2. 〃	〃 1	—	1	1
Gillnet. 2. Fig. 13	F.b. 1	—	2	2
〃 2. 〃	L.b. 1	—	3	3
〃 2. 〃	〃 1	—	0	0

Observed time. ……
a,b—18.00 ; c—21.00 ;
d—18.00 ; e—21.00 ; f—17.30 ;
g,h—15.00 ; i—11.00 ; j—18.00 ;
k—09.30 ; l—10.00

Boat,s dimensions. (meter) …… F.b. Ferry-boat (L—7～9, B—1.2～2, D—0.2～0.4)
L.b. Life-boat (L—5.2,B—2, D—0.4)

を確認することは出来なかつた。

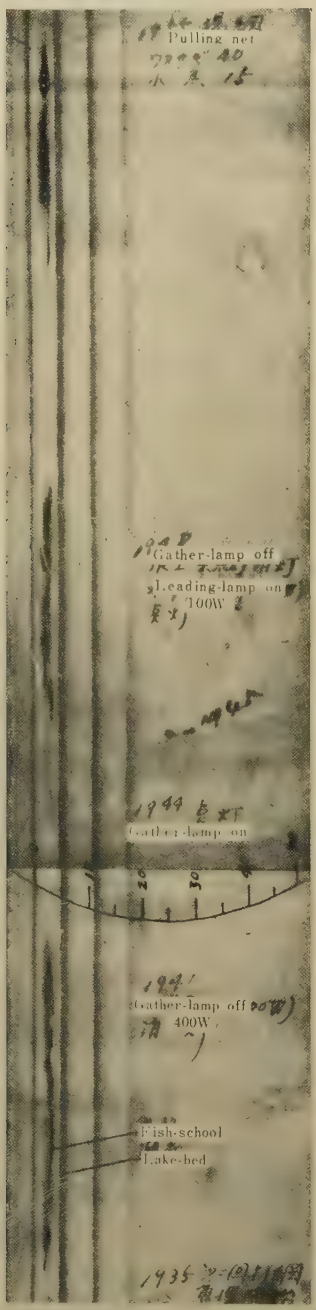

Fig. 15. Reeorded image of the fish-schools gathered by the lamp. The fish-finder was equiped vertically.

浮標懸垂装置による探知像はその一部を，第17図に示す。該漁具漁法でこゝに記録された魚群の大部分は漁獲出来たものと考える。

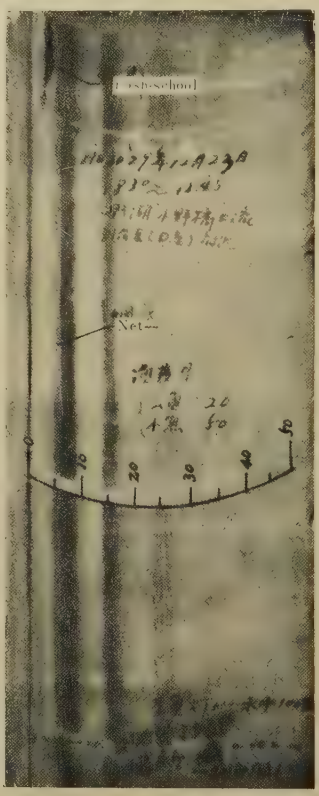

Fig. 16. Recorded image of the fish-schools taken by the fish-finder fixed horizontally.

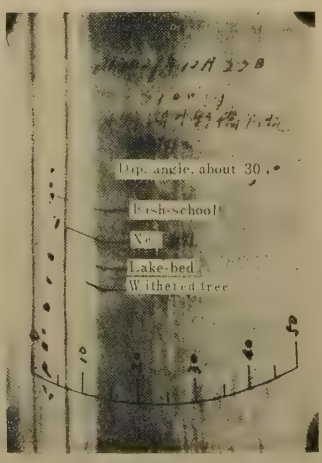

Fig. 17. Recorded image of the fish-schools swimming above the squarenet, taken by the fish-finder as revealed in Fig. 4.

ii. 漁 獲 量

前述した諸条件の下で実施した試験に依つて得られた漁獲量を示すと第2表の通りである。

Table 2. Showing the relations by various cases of the fishing gears, methods and fish cought amounts from experimental results at lst and 2nd term.

A. Squarenet likes.

1 st experiment. Nov. 26, 1954.

No.	Station	Fishing gear	Type	Size	Fish gather lamp	Gathered fish leading lamp	Lamped time	Pond smelt	etc.	Total
1	b	Small-sized square-net	Square-net	10′ × 10′	White light. 1 meter above surface. 24V 100W (Battery)	White light. 1 meter above surface. 24V 60W (Battery)	40 min.	3	11	14
2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	15	7	12	19
3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	20	3	7	10
4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	15	0	0	0

2 nd experiment. Dec. 22, 23, 1954.

No.	Station	Fishing gear	Type	Size	Fish gather lamp	Gathered fish leading lamp	Lamped time	Pond smelt	etc.	Total
1	c	Large-sized square-net	Blanket net	30′ × 50′ × 40′	White light. 1 meter above surface. 24V 400W (Dynamo)	White light. 1 meter above surface. 24V 100W (Battery)	min. 65	2	9	11
2	d	Medium-sized square-net	Blanket net	35′ × 40′	White light. 1 meter above surface. 24V 100W (Battery)	No used.	30	11	6	17
3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	15	34	14	48
4	e	〃	〃	〃	〃	〃	30	4	12	16
5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	10	5	19	24
6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	10	2	9	11
7	f	Medium-sized square-net	Square-net	35′ × 40′	White light. 1 meter above surface. 24V 400W (Dynamo)	White light. 1 meter below surface. 24V 100W (Battery)	5	7	11	18
8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	20	18	22	40
9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	10	20	17	37
10	〃	〃	〃	〃	〃	〃	20	21	36	57
11	〃	〃	〃	〃	〃	〃	5	5	19	24
12	〃	〃	〃	〃	〃	〃	20	19	28	47
13	f	Medium-sized square-net	Square-net	35′ × 40′	Gathered fish by bait.		—	0	0	0
Total of fish caught at lst and 2nd term.								161	232	393

B. Gillnet likes.

1 st experiment. Nov. 26, 1954.

No.	Station	Fishing gear	Size	Unit	Time of set	Captured	Note
1	a	Cotton 20's/4, mesh-size 11″/16	30′ × 15′	1	2 hour	0	Aim at Pond smelt.

2 nd experiment. Dec. 22,23, 1954.

No.	Station	Fishing gear	Size	Unit	Time of set	Captured	Note
1	j	Amilan 210D/3, 210D/6 mesh-size 2″, 1′	80′ × 4′	2	15 hour	Gibel 1, Crab 1	Aim at Carp and Gibel.
2	k	〃	〃	2	23.5	Catfish 1, Gibel 1, Crab 1	〃
3	l	〃	〃	2	23	0	〃

C. Longline likes.

2 nd experiment. Dec. 21, 22, 1954.

No.	Station	Fishing gear	Size	Unit	Hooks	Time of set	Bait		Captured
1	g, h	Bottom longline	Main line cotton 20's/36 Branch line cotton 20's/9	2	240	hour 3.8	Half-dried chrysalis Boiled sweet potato Mixered	60 60 120	0
2	i			2	240	21	Boiled sweet potato Mixered	180 60	Dace 1

試験には敷網，刺網，延縄の漁具を使用したがその内敷網が最も良い成績を示した。即ち以上の試験結果に依ると，敷網にあつては第1次では「わかさぎ」13尾，総漁獲尾数43尾で総漁獲数に対する「わかさぎ」の漁獲比は32%，第2次では「わかさぎ」148尾，総漁獲尾数350尾で「わかさぎ」の漁獲比は42%，第1次，第2次を通じ平均41%を示し「わかさぎ」の漁獲比の比較的高率であることは，他の漁獲魚種として挙げられる「こい」「ふな」「あゆ」「おいかわ」等よりも光に対する反応大きく，集魚灯に依る敷網類の漁法の適性を認めることが出来る。

漁獲率は第1次では10分当り総漁獲は5尾，「わかさぎ」は1尾で，第2次では総漁獲は14尾，「わかさぎ」は6尾でで平均総漁獲では12尾，「わかさぎ」5尾を示している。

「わかさぎ」刺網は目合，糸種が不適当であつたため漁獲は無かつたが，他湖沼の例より見て適当な目合，糸種のものを使用すれば漁獲可能であると思はれ，底刺網，延縄は目的魚種「こい」「ふな」等の最も移動の少い時期であつた為適当な時期に再試験を行ふ要があると考えられる。

3．漁獲物特にワカサギに就いて

敷網，刺網及び延縄に依つて漁獲された魚類で重要なものは「わかさぎ」で，次いで「おひかわ」でその他は少量であつた。「わかさぎ」の測定結果は次の通りである。

a. 体長及び体重組成

供試魚75尾の体長は最小9.1cm，最大11.0cm，平均体長は10.090±0.065cmを示す。（第3表）

体重は最小8.0g，最大14.0gで平均体重は10.78±0.09gを示す。（第4表）

Table 3. Composition of body length.

Body length (cm)	Freguency		
	Total	♀	♂
9.0～ 9.5	3	1	0
9.5～10.0	32	4	11
10.0～10.5	27	2	8
10.5～11.0	12	3	3
11.0～11.5	1	0	1
Mean value	10.090 ± 0.065		

Table 4. Composition of body weight.

Body weight (g)	Frequency		
	Total	♀	♂
8.0～ 9.0	3	0	0
9.0～10.0	17	3	5
10.0～11.0	30	3	13
11.0～12.0	11	1	2
12.0～13.0	10	3	2
13.0～14.0	3	0	1
14.0～15.0	1	0	0
Mean value	10.78 ± 0.09		

体長（L,cm）と魚体重（W,gr）との関係は，

$$W = 0.00181\ L^{3.756}$$

で表わされる。

b. 生殖腺重量・卵径・抱卵数

75尾中任意抽出した12尾に就いて測定した結果（第5表）可成り成熟し産卵期に近いものと考えられる。尚この中特に熟卵をもつたものが1尾発見された。

Table 5. Result of measurements on gonad weight and body weight.

Body length (cm)	Body weight (g)	Weight of gonad (g)	Diameter of egg (μ)	Number of ovarian eggs	Proportion of gonad weight to body weight (%)
9.9	9.6	0.6	433.63±0.36	4,600	6.4
9.7	9.3	0.4	371.98±0.23	4,000	4.3
9.8	10.8	0.5	385.23±0.20	—	4.6
10.1	10.4	0.1	400.58±0.32	—	3.8
9.1	9.0	1.1	558.49±0.34	5,000	12.2
10.5	12.7	1.1	575.00±0.32※	6,200	8.6
9.7	9.3	0.3	—	—	3.2
9.6	10.0	0.3	—	—	3.0
9.6	9.7	0.3	—	—	3.1
10.1	10.6	0.5	—	—	4.7
10.1	10.6	0.5	—	—	4.7
9.7	10.0	1.4	—	—	14.0

※ Mature egg.

c. 鱗に依る年令査定

75尾中より抽出した12尾の公魚に就いて検鱗した結果（Fig.18）は1½年より2年迄の年令群のものと考えられこの点雨宮・檜山の報告[1]に依る山中湖及び河口湖の二年魚の大きさと一致する。

この魚群は同一地域（小野橋附近）で漁獲されたもので当才魚を全々混じないが逆算してこの魚群の孵化したと想定される昭和28年春には「わかさぎ」の放流を全然実施しなかつた事実より，この「わかさぎ」魚群は本湖水域に於いて自然蕃殖したものと思考される。

4．游泳層並びに回游

11月及び12月両期に於いて魚群探知機に記録された魚群から「わかさぎ」の水平的並びに垂直的分布を比較すると，水平的分布では12月は11月に比べて魚群が上流に移動していること，即ち11月では市の坂附近に亦12月には約4粁上流の小野橋附近に魚群の中心があつた様に観察されることである。従来，「わかさぎ」の産卵回游に関しては，湖水にあつては注入河川に溯上する移動も，亦注入河川を欠いた場合は湖岸に産卵し，湖心部→湖岸→河口→注入河川の経路を辿る傾向が認められている[5]。然して今回の実験で漁獲された魚群は生殖腺の発達の状況からかゝる移動を行ひつゝある魚群と見る事が出来る。

次に垂直的分布では3～7米層に魚群が出現し両期に著しい差違を認めることが出来ない。即ち「わかさぎ」は昼間には中層を游泳している事になる。魚群の分布を支配していると思われる環境要因としての水質の調査結果は第6表の通りである。「わかさぎ」の游泳層の水温は11月に14°C，12月には9°Cを示す垂直的変化に大した差違もなく夏期に出現する底層に於ける無酸素層もこの時期には出現せず分布の制限条件とはならない。従つて水質以外の例へば光，餌料等に基因するものであろうと思考される。尚両期における魚群の著しい相違は，12月では

Table 6. Result of water analysis (Dec. 23, 1954).

St. No.	Depth (m)	Water temp. (°C)	O_2 (%)	Phosphate-P (r/L)		Silicate-Si (mg/L)	Nitrogen	
				Total P	Inorg. P		NH_3-N	NO_2-N
1	0.5	7.6	90.8	40	5	10.2	tr	tr
	3.5	6.5	92.1	16	5	6.9	〃	〃
2	0.5	9.0	99.3	17	tr	8.2	〃	〃
	5.0	9.0	97.7	16	〃	6.9	〃	〃
	10.0	9.2	97.7	15	〃	7.4	〃	〃
3	0.5	9.4	102.3	42	〃	8.5	〃	〃
	5.0	9.2	93.7	73	〃	7.0	〃	〃
	9.0	8.8	89.3	59	〃	6.6	〃	〃
	10.0	8.8	90.1	36	5	7.5	〃	〃
4	0.5	9.5	—	20	tr	—	〃	〃
	7.0	9.2	93.8	12	〃	6.9	〃	〃
	10.0	8.7	93.6	13	〃	6.6	〃	〃
	14.0	8.4	94.4	31	〃	5.6	〃	〃

Remarks.

St. No. 1. ; Sampled at Kami-Ono.　　St. No. 2. ; Sampled at Ono-bashi.

St. No. 3. ; Sampled at Ichinosaka.　　St. No. 4. ; Samped at Usuki.

魚群の大きさが小さく且，広い水域に分散している事及び光に対して狂奔的反応を示さない事を挙げることが出来る。

IV. 摘　　要

1. 魚群探知機に依つて11月及び12月の両期に湖水の魚群の分布を調査した結果３～７米の中層に出現する魚群は「わかさぎ」が主要なものである。

2. この魚群は12月下旬には産卵河游のために上流へ移動を始め，その大きさは小さく且分散している。

3. 趨光性を示す反応があるので集魚灯に依る敷網類の漁獲方法が適当である。

4. 漁獲された「わかさぎ」は二年魚が主体をなし，自然蕃殖したものである。

V. 引　用　文　献

1) 雨宮育作・檜山義夫：1940. 公魚の産卵及び年令に就きて，水産学会報，**8**（1），45～62.

2) 川田三郎・吉牟田長生・外４名：1952. 湖沼に於ける「ワカサギ」「オイカワ」の趨光性に就いて，日水誌，**18**（5），41～44.

3) 川田三郎・吉牟田長生・外４名：1952. 魚群探知機に依る湖沼水深測量，日水誌，**18**（4），33～36.

4) 松井　魁・赤築敬一郎：1952. 小野湖の理化学的性状に就いて，水産研究会報，**4**，205～216.

5) 白石芳一：1952. 諏訪湖産のワカサギ（Hypomesus olidus）の標識による産卵移動調査並に湖河の生態に就いて，淡水区水産研究報告，**1**（1），26～40.

6) 中野宗治・松尾三男・吉田能久：1952. ダムにより河川に出来た人工湖の生産増強方法の研究，1. 小野湖の増殖研究，水産研究会報，**4**，165～199.

Activities of Acetylcholinesterase in the Electric Organ of the Skate Fish※

By

Seishi KUWABARA

According to the theories of Loewi and Dale, Acetylcholine (Ach) acts as the specific transmitter substance for nerve impulses to the effector organ or to a second neuron. A major difficulty in this chemical mediator theory lies in the problem of how Ach, released by the nerve impulese, can be rapidly removed within the brief refractory period which is of the order of milliseconds.

In 1941, Nachmanson and his co-workers suggested that the original theory must be altered to account for the rôle of esterase-Ach system, which closely parallels the electrical changes occurring everywhere at or near the surface. Particularly suitable for the demonstration of this relationship was the striking parallelism which has been established between the concentration of cholinesterase and the voltage and number of plate per cm in the electric organ of the electric ell, *Electrophorus electricus*.

The author hesitates in making any further criticism of such a brilliant contribution as Nachmansohn's hypothesis; but it is very interesting to correlate dynamically these phantasmic problem between the rôle of Ach cycle and mechamism of bioelectric activity in electroplaque.

The present paper presents data on a brief survey of the activities of Acetylcholinesterase (AchE) and a survey of the quantitative analysis of the substance contained in the electric organ of Japanese common skates fish, *Raja pulchra* and *R. tengu*, and offers new evidence to the activities of AchE in the caudal muscle related to the electric organ of the skate.

Methods

A. Manometric method in determining Acetylcholinesterase activity.

1. Use of Bacrof-Waruburg manometric apparatus.

The Acetylcholinesterase activity was measured by the Bacrof-Warubrug manometiric method, in the modification used here, described by Augustinsson (1944). The method is based on the manometric estimation of the volume of CO_2 evolved from a bicarbonate containing system by the acid formed in the ester hydrolysis. Conical flasks, each of 22~26 ml volume, with one side bulb were employed. The flask constants were determined by the calibration method using mercury. The manometers were filled with Brodie's solution, containing 23 g NaCl and 5 g sodium choliate in 500 ml water, a few drops of

※ Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries No. 158.

an alcoholic solution of thymol were added. The fluid was coloured with eosin but it tend to decompose in the manometer. The density of the solution is 1.034, and 10000 mm. Brodie corresponds approximately to 760 mm Hg.

The flasks were carefully cleared; grease was removed with benzine. They were washed with water and placed in cleaning solution overnight. The cleaning solution was prepared by dissolving 50 g potassium dichromate in 35 ml hot water and adding conc H_2SO_4 to 1 liter. Finally, the flasks were rinsed several times with distilled water and dried in drying chamber.

The grease used in lubricating the joints were the admixture of anhydrous lanoline and waseline.

The flasks and manometers were shaken at about 90 complete osillations per minute. The shaking amplitude was about 7 cm. In most case, the temperature of the water was 37.5 ± 0.05°C unless otherwise stated.

2. Measurement of Activity.

The volume of the reaction mixture has always been 2.00 ml. In the main compartment of the flask 1.60 ml of the substrate solution was placed and in the side bulb 0.40 ml of homogenate of the certain percent or a mixture of 0.40 ml of the Krebs' Ringer-Bicarbonate (KRB) or a piece of the slice of tissue. Substrate and enzyme preparation were dissolved in KRB solution (Table 1.).

The hydrolysis was carried out in a gas mixture of 95% N_2 and 5% CO_2 by volume. $CaCO_3$ is formed if the solution is not in equilibrium with at least 5% CO_2, when the optimum conditions are changed and the evolution of CO_2 is disturbed. The solutions were saturated with the gas mixture and flasks filled after they had been attached to the manometers. Before enzyme solutions were mixed with the contents of the main portion of the flask the temperature eqilibrium was attained by shaking in the water thermostat for about 15 minutes.

The shaker was stopped. The first manometer was read, lifted from its mount, the contents were mixed at zero time, and the manometer was placed back on its mount and the shaker started again. At one minute intervals the contents of the other flasks were similarly mixed. Usually, each series included six to eight expermints. Each manometer was read at six to ten minutes intervals, one minute between each manometer-reading. Readings were made continuously for 40~60 minutes.

The results were recorded in tabular form. And, the amount of CO_2 expressed in μl was plotted against time. The initial slope of the curve (in most cases a straight line), minus the slope of the curve for non-enzymatic hydrolysis was then taken as an expression of the enzyme activity. The extrapolated 60 min. value, minus the amount of CO_2 evolved during the same time period by non-enzymatic hydrolysis, has been used as unit in expressing the esterase activity (b_{60}). Expressed in μ mol substrate hydrolized during the same time period, the activity is $b_{60}/22.4$ μ mol. 1 μl CO_2 corresponds to 8.1 μg Ach chlorid, or 1.0 mg Ach chlorid=123.5 μl CO_2.

Materials

A. Buffer solutions

Table 1. Composition of Krebs' Ringer-Bicarbonate (KRB)

Solution	%(w/v)	ml	molarity
NaCl	0.90	100	1.5×10^{-1}
KCl	1.15	4	
$CaCl_2$	1.22	3	
KH_2PO_4	2.11	1	
$MgSO_4 7H_2O$	3.82	1	
$NaHCO_3$ *	1.30	21	0.4×10^{-1}
Total		130	

* $NaHCO_3$ solution saturated with N_2-CO_2 gas mixture, was pH 7.4

In most cases, the experiments have been carried out in a Krebs' Ringer-Bicarbonate (KRB), the composition of which is given in Table 1.

The solution, made by substance of highest purity and distilled water, was used for dissolving the substrate and diluting the enzyme preparations. In some cases it was also employed in extracting the enzyme from the disintegrated tissue. Fresh KRB was always prepared before used, since the solution deteriorated if kept.

B. Substrate

Table 2. Substrate

Substrate	Abbreviation	Formula	Mol Wt	Stability	
				in air	in water
Acetylcholine * Chloride	Ach	CH_3, CH_3, CH_3 $>N-CH_2-CH_2-O-COOH_3$, Cl	181.66	very hygroscopic	very unstable

* Merck &Co.

Acetylcholine was usually used in the form of the chloride. The substrate used are listed in Table

For each experiment fresh solution of the substrate diluted with KRB was made and spontaneous hydrolysis detrermined. A 0.1 M Ach was imployed unless otherwise stated.

C. Enzyme preparations

Enzyme preparations chiefuly used were slice-pieces of the electric tissue and their homogenate in the same way as described previously (Kuwabara, 1955).

Results and Discussion

Electric organ :

The activity of AchE in the electric organ was symbolized by QAch* , which

* Nachmansohn's Q and A : A very useful unit of AchE activity is Nachamansohn's Q (Nachmansohn and Lederer, 1939 b). This is mg Ach hydrolyized in 60 min. by 100 mg tissue at 20° C. In later investigations Rotenberg and Nachmansohn (1947) have used the unit A or mg Ach hydrolyized in 60 min. by 1 mg protein. In this paper AchE activity is symbolized by QAch which presents Nachmansohn's Q at 37.5°C.

Table 3. The activities of Acetylcholinesterase in slice and its homogenate of the electric organ of *Raja pulchra Liu*
Conditions : Substrate, 0.01M Ach (last conc.*); gas, 95% N_2 and 5% CO_2
QAch : hydrolized Ach mg per 60min. by dry tissue at 37.5°C

	Materials No.	Wet weight (mg)	Dry Weight (mg)	CO_2 out put per hr μl	QAch (wet)	QAch (ave.)	QAch (dry)
Slice	1	93 46	4.3 2.3	924 442	72 70	71	1,480
	2	46 39	4.2 4.5	1098 727	173 156	165	1,610
	3	53 51	4.2 4.6	912 900	125 128	127	1,180
	4	48 46	4.7 4.0	1050 930	159 147	153	1,480
	Average						1,440
Homogenate	5	50		666	97	99	
	6	50		684	100		
	7	90 90		642 1248		52 101	

* last concentration of the substrate is 0.01 M Ach (KRB).

represents mg Ach hydrolized in 60 min. by g dry tissue. As shown in Table 3, the average value of QAch is 1440, that is to say, the organ can split in 60 minutes an amount of Ach equivalent to 1～1.5 times their own weight.

Considering from the quantity of a pure enzymatic protein it may possible to notify how higher is the activity of AchE in the electric organ, for it might be able to hydrolyize a great amount of Ach within the brief refractory period.

According to newly received letter of T. Sekine, the activity of AchE in boar spermatozoa is rather high : ZAch***, 0.586 or QAch, 70～80 which is of the same order of magnitude as that estimated previously for some mammalian brains. Therefore, activities of AchE in the electric organ of the skate is more than 20 times as higher as those of boar spermatozoa and of some mammalian brains.

In order to compaire with the activities between the slice of the tissue and its finely ground homogenate, small samples was ground in a glass homogenizer

Table 4. Extraction of Acetylcholinesterase in the electric tissue of *R. pulchra*. Activity : CO_2 out put (μl)/10 min./100mg wet tissue. Supernatant : 3000 RPM/min./10min. Homogenate : 10% homogenate.

Material No.	Homogenate Activity (ave.)	Supernatant Activity (ave.)	Extraction (%)
1	225	178	79.2
2	119	99.3	83.4
3	231	116	71.8
Average			78.1

*** ZAch : hydrolized Ach mg per 60 min. per 10^6 boar spermatozoa (Sekine, 1954).

of Potter-Elvehjen type. For homogenated samples, however, are not appeared increased activities of the enzyme (Table 3), whereas some of other reports clearified increasing tendency in certain nervous tissue.

When 5% homogenate of the ground tissue put into the centrifuged tube it was then centrifuged for 10 min. at lower tempreature. As showing in Table 4, the activity of its supernatant was lower than that of the homogenate. The rate of extraction of the enzyme in the organ is in close agreement with figures obtained from the spermatosoa (Sekine, 1954).

Table 4. Activities of Acetylcholinesterase in slice of the eiectric organ of *Raja tengu*; cut off successively from the top to distal end. Length of animal 85.0 cm. Length of the organ 21cm. D=distance from the top of the organ to the slice cut off. Ww=Wet weight of slice. Wd=Dry weight of slice. Q Ach=Hydrolized Ach mg per hr. per dry weight. (Each value were determind in averae of five cases.)

D (cm)	Ww (mg)	Wd (mg)	CO_2 out put per hr. μl	QAch (D) (dry)
1	30	4.0	708	1,439
5	35	3.5	583	894
10	50	4.0	268	544
15	50	4.1	255	413
20	53	4.0	140	277
Average				713

Pieces of the slice were taken with the slicer successively at 5 positions from top to distal end of the organ, and activity of AchE was determined. The results obtained are given in Table 4. The highest activities of AchE is found in the region near the head end of the organ ; it decreases continuously towards the caudal end. The results obtained in this experiments are in close agreement with figures obtained by a group of investigators in Columbia, New York.

As described previously, the electric elements of the skate fish was microscopically observed consisting of five functional components, of these, electric plate, striated and alveolar layers were regarded as an electric disc. The elctric plates is made of layer of plotoplasm, containning numerous nervous which divide dichotomousely as they pass backwards through a suporting connective tissue framework. Therefore, the greatest activities of AchE should be presumably at the electric plate which are at the innervated side of the disc. In order to get more

Tadle 6. Activities of Acetylcholinesterase in successive slice of piece of the electric organ on distance of 5 cm from the top of the organ. About 100 μ in thickness of slice were prepared with slicer.
(Each value were determind in average of five cases.)

Slice No.	Wet Weinght (mg.)	Dry Weight (mg.)	CO_2 out put per hr. μl.	QAch (dry)
1	84	4.1	589	1,163
2	60	4.0	489	933
3	60	4.0	581	1,220
4	70	4.2	542	1,057
5	65	4.0	600	1,214
Average				1,347

information about the variations which may occur in a given piece due to uneven distribution of innervated surface, activities of AchE was determined in succssecive slice-picce of the tissue cut into 0.1 mm thick with slicer at lowr temperature. Pieces were taken at distance of about 5 cm. from the head of the organ. The values obtained (in Table 6) were great variated from one slice to another in a regular rhythm. It makes possible assumption, as Nachmansohn also pointed out, that this rhythmic changes is not incidental but should be corresponded to rhythmical change in the electric plate.

AchE activity in the caudal muscle connected with the electric organ:

Table 6. Activities of Acetylcholinesterase in the caudal muscle connected with electric organ of *Raja tengu*. Muscle was taken from the portion at just front of the organ.
l = lateral muscle. d = dorsal muscle. v = ventral muscle.
(Each value were determind at average of five cases.)

Muscle	W (w) (mg)	W (w) (mg)	CO_2 out put per hr μl	QAch (D) (dry)
l	65	12.1	685.7	485
d	85	15.5	28.6	14
v	55	14.5	32.4	18

It is not too much to say that the electric organ of the skate fish occupies the most parts of the tail which are short or large, so its tail itself is electric organ.

Since the time that Ewalt studied the ontogenetical development of the electric organ of *Raja batis*, there has been no doubt as to the genetic relation between the two tissues, the organ and the dorso-lateral muscle of the tail. Especially the skate fish which are known as the fish with weak electric power in which the disc retains the striated layer of their muscle characteristics even when the formation is perfect.

As described previously, the lateral muscle should be transformed into the electric organ of skate fish. It was thought possible that AchE of the lateral muscle at the just front of the elecric organ might be higher than those of ventral- and dorsal-muscles located at same portion. Therefore, AchE activies were determind in a few samples of the muscle at just front of the organ. The data obtained are given in Tadle 6. The relatively higher activity of AchE were found in "lateral": QAch, 485. Conversely, in the dorsal and ventral muscles located at same portion have a lower activities than the fomer: QAch value was 14 and 18 respectively.

The quantitive analysis of the substances contained in the electric organ:

In order to be acquainted with the quantities in the substances contained in the electric organ, only a few samples had been examined, it is true, the quantitative analysis was determined. Results obtained are showing in Table 8. The existence of such a high concentration of the enzyme appears particularly significant in view of the high water (92%) and low protein (1~2%) of the organ.

Table 7. Data of the quantitative analysis of the substances contained in the electric organ of *R. pulchra Liu.*

Substance	Material	Quantities in tissue g (wet)			Method.
Samole No.		I	II	III	
water	tissue	92.8	92.1%		weight analysis
total N	homogenate			2.27mg	micro-Kjeldahl
none protein N	supernatnat			0.19mg	〃
protein			〃	1.3%	caluculated
sugar	supern.			0.94mg	Hagedorn-Jansen
creatinine	homog.			120γ	Jaffe
alkaline phosphatase	〃			35.8 B.U.	Bodansky
NH_3	supern.			182γ	microdiffusion
P	ash	317	289γ		Gomori
total Ca	〃	752	790γ		Yanagisawa

Such a results obtained in this analysis were very similar with that of the electric organ of the electric eel, *Electrophorus electricus* reported by Columbia group. During the transportation of the fish by land and sea, the sugar should be decomposed, whereas it was fairly analized. Although, it makes possible assumption that almost of them may be reductive substances other than the sugar.

Conclusing the subject the author wishes to express his gratitude to Prof. Dr. T. Sekine of Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Juntendo University for his inspiring guidance and advice throughout this work, and also happy to acknowledge the good will of Prof. R. Ishiyama of our college in performing the experiment.

Summary

1) The activities of Ach-E were estimated on the electric organ of the skate fish. The average value of QAch is 1400, which is more than 20 times as that of boar spermatozoa and some mamlian brain.

2) When AchE activities were determined at five portions from the head to distal end of the organ, the high activity of AchE is found in the near the head of the organ, it decreases continuously towards the caudal end.

3) In order to get more information about the variation which may occure in certain pieces of same portion, AchE activity were estimated in successive slice of a piece. As Nachmansohn was pointed out on electric ell too, the rhythmical change of AchE obtained may be corresponded to a change of tne fine structure of tne electric discs.

4) Considering the phylogenetical development of the electric organ, AchE activities of caudal muscles connected with the organ were estimated. The highest activies were found in the "lateral" muscle which may be transmitted to the organ: QAch was 485, which was more than about 60 times as that of dorsal and ventral muscles located in the same portions.

5) As shown in the data on the quantitative analysis of the substances contained

in the electric organ of skate fish, high water (92%) and lower protein (1~2%) content of the organs, whereas specific cholinesterase (AchE) is so highly concentrated in its organ.

References

AUGER, D. and FESSARD, A. : 1936. Etude ocillographique des décharges de láppareil electrique des *Raies*. Ann. physiol. Physicochim. biol., **15** (261).

ALTAMIRANO, M., COATES, C. W., GRUNDFEST, H. and NACHMANSOHN, D. : 1953. Mechanisms of bioelectric activity in electric tissue. I. The response of indirect and direct stimulation of Electroplaques of *Electrophorus electricus*. J. gen Physiol., **37** (1), 91~110.

AUGUSTINSSON, K., : 1948. Cholinesterase in comparative Enzymology. Acta physiol. Scandivica, **15** (1), 1~182.

BULLOCK, T. H., GRUNDEST, H., NACHMANSOHN, D. and ROTHENBERG, M. A. : 1948. Generality of the rôle of Acetylcholine in nerve and muscle connection. J. Neurophyol., **10**, 11~21.

COATES, C. W., COX, R. T., and GRANTH, L. P. : 1938. The electric discharge of the electric eel, *Electrophorus electricus* (LINNAEUS). Zoolgica, **22** (1).

COATES, C. W., Cox, .R T., ROSENBLITH, W. A and BRON, M. V. : 1940. Propagation of the electric impulse along the organ of the electric ell, *Electophorus electricus* (LINNAEUS), Zoologica, **25** (2), 249~256.

EWART, V. C. : 1892. The electric organ of the skate. Obserpation of the structure, relation, progressive development, and growth of the electric organ of the skate. Proc. Roy. Soc. London, **179** (B), 339~401.

ISHIYAMA, R., and KUWABARA, S. : 1954. Some observations on the structure of the electric organ of the skate, *Raja pulchra*. J. Shimonoseki Coll. of Fish., **3**(3), 275~282.

KUWABARA, S., : 1955. Acetylcholine cycle of the electric organ of the fish. 1. Some properties of Acetylcholine esterase of the electric organ of the skate, J. Shimonoseki College of Fish., **4** (2), 217~223.

NACHMANSOHN, D. and COX, R. K. : 1941. Electric potencial and activity of cholinesterase in the electric organ of *Electrphorus electricus* (LINNAEUS). J. gen Physiol., **25** (1), 756~78.

NACHMANSOHN. D., COATES, C. W and ROTHENBERG, M. A. : 1946. Studies on Cholinesterase II. Enzyme activity and voltage of the action potential in electric tissue J. biol Chem., **163** (1), 38~48.

NACHMANSOHN, D., COTES, C. W., ROTHENBERG, A. and BROWN, M. V. : 1946. On the energy source of the action potential in the electric organ of *Electrophorus electricus*. J. biol Chem., **165** (1), 223~231.

NACHMANSOHN, D., : 1950. The neuromuscle junction. Extrait "LE MUSCLE", etude de Biologie et de Pathologie, **31** (6), 1~51.

NACHMANSOHN, D., : 1952. Transmission of nerve impuses across the neuromusclar junction. Prco. lst & 2rd Med. Conferences of the Muscular Dystrophy Associ. Inc. Amer., 1~15.

SEKINE, T. : 1953. Acetylcholinesterase of animal Spermatozoa. 1.) Some properties of the enzyme. J. Biochem., **38**, (171).

WILSON, I. B. and OHEN, M. : 1953. The essentiality of acetylcholine in conduction. Biochem et Biophysica Acta, **11**, 147~156.

STUDIES ON YOSA-NAIKAI

4. Classification of Phytoplankton Communities and Relation between Communities and Water Masses.※

Hiroshi MAÉDA

In the 2nd and 3rd reports of this series (MAÉDA, 1953), I refered to the influence of the river water upon the lagoon water, classification of water masses and the relation between benthonic communities and water masses. As the living benthos is confined to the narrow and shallow marginal part of the lagoon, the relative importance of the plankton investigation must be emphasized here much more than elsewhere from the productional point of view. Nevertheless, I have done only a little about the plankton, namely a short note about the settling volume. In this report, I want to examine the composition of phytoplankton collected at the observation of May 10~12 1950, and analyse phytoplankton communities by using MOTOMURA's correlation coefficient method to know whether phytoplankton communies found in the areas influenced strongly by water from other water systems, Miyazu Bay and the river Noda, differ from that of the lagoon proper or not and whether the composition of phytoplankton communities is changeable by stagnation or not.

Before entering the subject, I must express my sincere thanks to Prof. Dr. D. MIYADI for his kind guidance and criticism given to my work, also to Dr. T. TOKIOKA for his kind advices and to Mr. S. KAWAI (Zoological Institute, Kyōto University) who helped extensively during the observation.

Classification of Phytoplankton-communities

As reported in the 2nd report of this series, the lagoon water is stratified vertically in 3 layers, *e. i.* upper, chemocline and stagnant layers, besides the inflow of two layers, brackish one from the river Noda and the other from Miyazu Bay. For the reasons mentioned above, the composition of plankton-communities is considered naturally to be divisible vertically in several different types according to respective water layers. Thus, in order to catch plankton-communities in respective water layers separately, 1 l of sea water was collected by KITAHARA'S water sampler whenever the water for chemical analyses was sampled. The water was concentrated into 10 cc by filtration by silk plankton-net and after the settling volume was measured, individual or cell number of each species in 1 cc was counted in LAFTER's cell (25 mm long × 40 mm wide × 1 mm deep). The results are shown in table 1.

※ Contributions from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 159.

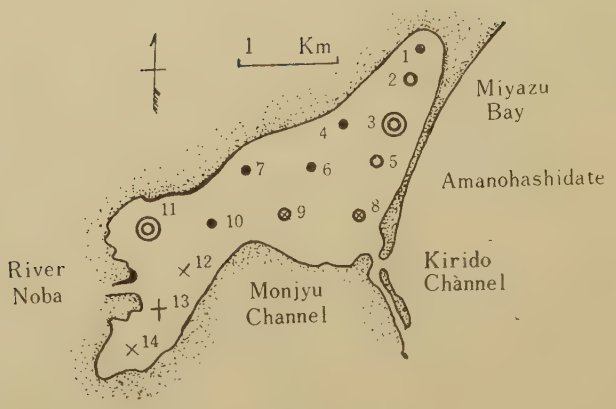

Fig. 1. Map of Yosa-naikai.

Remarks :
Numbers indicate the position of stations.
● : only the stagnant layer community was observed.
○ : besides the stagnant layer community, a layer of the upper layer community was observed.
◎ : besides the stagnant layer community, two layers of the upper layer community were observed.
× : besides the stagnant layer community, a layer of the intermediate community was observed.
+ : besides the stagnant layer community, two layers of the intermediate community were observed.
⊗ : besides the stagnant layer community, a layer of the intermediate community and that of the upper layer one were observed.

It is clearly desirable to pay some considerations also on zooplankton as well as phytoplankton when we refer to the classification of plankton-communities. However, I am obliged this time to treat phytoplankton only, because the used water sampler was not suitable for collecting zooplankton and consequently the amount of zooplankton in each sample was too small to be treated statistically.

Table 1. Composition of Plankton in Yosa Naikai (May 10—12, 1950)

Station	2				3				5				
Depth of sampling (m)	0	3	6	9	0	5	10	12	0	3	6	9	12
Total Number													
Phytoplankton (X10³ cells)	208.7	120.8	341.6	25.7	249.2	165.3	99.2	10.5	136.6	167.3	10.2	39.0	12.7
Dinoflagellata (cells)	0	600	0	110	30	900	9700	180	130	1400	100	60	20
Zooplankton (individuals)	340	390	420	80	300	900	2500	20	530	700	20	210	40
Settling Volume cc/l	1.0	1.1	0.8	0.15	0.3	1.1	0.1	0.1	0.2	0.6	0.1	0.1	0.1

	6							7			8					9				
	0	2	4	6	8	10	12	0	6	11	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
	26.8	17.8	106.3	182.1	23.7	17.3	7.0	27.0	51.8	3.7	291.3	58.1	91.1	37.4	12.8	25.3	125.7	70.6	43.2	10.4
	120	360	600	26900	5350	600	170	50	4800	60	0	200	850	3790	220	30	40	1650	340	70
	620	510	440	2800	470	1040	120	200	90	60	1400	360	400	270	240	450	440	550	340	120
	0.4	1.9	1.1	1.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.8	0.3	0.5	0.2	0.1	0.4	1.0	0.3	0.2	0.1

	11			12				13			14		
	0	5	9	0	2	4	7	0	3	6	0	2	5
	19.0	113.6	24.6	48.9	54.1	78.2	105.7	65.3	110.5	169.9	25.9	315.3	27.8
	60	650	3560	130	5160	560	11650	160	280	4600	280	560	2000
	560	600	560	980	100	1230	2800	680	610	1160	660	540	940
	0.1	0.4	0.3	0.3	1.0	2.7	0.7	0.2	0.8	0.8	0.2	0.7	0.4

A) Cell number per l l ($X10^3$)

Station	2				3				5				
Depth of sampling (m)	0	3	6	9	0	5	10	12	0	3	6	9	12
Skeletonema costatum	—	3.9	1.6	—	—	2.8	8.7	—	0.1	1.5	—	0.3	—
Leptocylindrus danicus	—	1.9	0.8	—	—	0.6	1.1	0.3	0.0	0.5	—	—	0.1
Coscinodiscus spp.	—	0.6	—	—	—	0.4	2.6	—	0.0	1.5	0.1	—	—
Chaetoceros danicus	0.4	80.6	20.4	0.9	6.8	128.5	56.0	1.0	6.8	94.0	0.6	1.8	1.1
Ch. didymus	97.2	12.0	49.6	7.5	109.4	7.6	10.4	1.6	27.7	22.1	2.8	12.0	3.0
Ch. affinis	94.0	16.4	157.2	16.7	110.4	23.2	17.2	6.9	92.8	35.3	4.8	20.2	6.4
Ch. spp.	16.4	—	105.6	—	20.2	—	1.6	0.6	9.2	5.3	0.8	4.0	0.3
Bacteriastrum hyalinum	—	—	5.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Biddulphia sp.	—	—	—	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
Hemiaulus sp.	0.2	1.2	—	0.1	1.6	—	—	—	0.0	—	0.1	—	0.2
Rhizosolenia Stolterfothii	—	1.8	0.8	—	0.8	1.6	—	—	—	—	—	—	0.2
Rh. setigera	—	0.1	—	—	—	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3	—	—	—
Thallassiothrix Frauenferdi	—	—	—	—	—	—	0.4	—	—	—	—	—	—
Naviculaceae	—	0.2	—	0.1	—	0.1	—	—	0.0	0.3	0.2	0.1	—
Nitzschia longissima	—	0.3	—	0.4	—	0.2	—	—	—	4.5	0.4	—	0.2
N. seriata	0.5	1.8	—	—	—	0.2	1.0	—	—	2.0	0.4	0.6	1.2

	6							7			8					9				
0	2	4	6	8	10	12	0	6	11	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
—	—	12.6	13.3	1.5	1.4	—	—	9.7	—	1.3	1.6	3.1	1.4	—	0.0	0.8	9.5	0.6	0.3
0.1	0.2	1.6	3.2	0.4	0.1	—	0.2	0.7	—	1.5	0.5	3.3	0.9	0.0	0.1	—	1.5	0.2	0.4
0.0	0.2	2.5	14.4	0.7	—	0.1	—	1.3	—	—	—	—	0.1	0.0	—	—	0.5	0.2	0.0
0.7	2.0	1.6	3.9	0.9	1.6	0.4	6.9	3.8	0.2	8.4	13.8	28.2	15.9	1.5	0.5	62.4	18.5	4.2	0.6
2.4	1.6	14.2	22.6	2.3	8.8	1.1	1.5	4.7	0.2	75.6	10.0	20.8	9.4	5.3	11.8	24.8	11.0	14.8	5.6
16.9	11.0	34.5	91.1	14.1	3.4	4.3	17.2	23.8	2.7	195.2	31.5	34.0	7.7	4.9	12.4	37.2	17.8	17.2	2.8
—	—	—	—	—	—	—	0.2	—	0.5	3.5	—	—	1.3	0.7	—	—	2.4	1.8	—
0.1	0.1	0.4	—	—	—	—	—	—	0.1	—	—	—	—	0.0	—	—	—	0.1	—
—	—	0.1	0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.6	0.1	0.3	0.3	—	0.5	—	0.2	0.1	—	4.0	0.2	0.1	0.1	—	—	0.1	1.2	0.2	0.1
0.1	—	—	—	—	—	—	0.3	0.2	—	—	0.3	0.1	0.2	0.1	0.5	0.4	0.3	0.5	0.1
0.3	0.9	2.5	1.6	0.1	0.1	—	—	0.1	0.0	1.8	—	0.3	0.1	—	—	0.0	0.4	0.1	0.1
—	0.1	0.2	1.5	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2	—	—
0.1	0.2	0.3	0.6	0.4	—	0.1	0.1	0.1	—	—	—	—	0.1	0.0	—	0.0	0.2	0.0	0.0
5.5	1.4	1.0	21.7	2.5	0.3	0.5	—	5.3	—	—	—	1.0	0.1	0.1	—	—	7.1	3.2	0.3
—	—	34.5	7.5	0.7	1.1	0.5	0.4	2.0	—	—	0.2	0.2	0.1	0.2	—	0.0	—	0.1	0.1

11			12				13			14		
0	5	9	0	2	4	7	0	3	6	0	2	5
0.1	8.5	3.0	—	8.5	1.4	19.3	0.1	2.1	18.2	0.2	0.2	5.2
—	1.2	0.3	0.1	1.4	—	2.3	—	0.4	0.5	0.1	0.2	0.4
0.1	0.9	0.7	0.2	1.5	—	7.2	0.1	0.2	1.8	0.1	0.3	4.2
0.4	46.2	8.7	1.3	8.5	6.8	8.5	1.1	36.8	53.6	4.4	36.8	3.4
1.6	15.7	4.0	16.7	10.1	49.7	24.6	33.1	24.8	42.8	6.7	116.4	5.3
15.3	35.5	5.8	26.9	10.2	19.7	16.4	29.5	40.4	36.0	8.7	156.4	6.2
1.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0.4	0.0	—	—	0.6	0.7	—	0.2	0.2	—	0.0	—
0.2	—	—	—	—	—	—	0.4	0.2	0.0	0.0	0.6	0.1
—	0.1	—	—	1.1	—	0.8	0.0	—	0.1	—	—	0.1
—	—	—	0.1	0.3	—	0.8	—	—	0.2	0.0	0.1	0.1
0.1	0.1	—	1.5	—	—	6.8	0.1	0.1	0.8	1.2	0.3	0.5
0.1	5.0	0.9	1.7	12.5	—	18.2	0.9	5.2	14.8	4.3	2.8	2.2
—	—	1.2	0.4	—	—	0.1	—	0.1	0.9	0.2	1.2	0.1

B) Individual number per l l (X10)

Station	2				3				5				
Depth of sampling (m)	0	3	6	9	0	5	10	12	0	3	6	9	12
Radiolarians	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—
Tintinnopsis subacuta	25	5	39	5	10	15	30	1	13	—	—	3	2
Tin. tenuis	1	1	—	—	—	—	—	—	—	5	1	1	—
Amphorella brandti	3	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Sagitta spp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Polychaeta larvae	2	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Lamellibranchia larvae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gastropoda larvae	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oithona nana	—	5	1	1	6	10	30	—	7	20	—	2	—
Paracalanus parvus	—	5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Penillia schmackeri	1	1	—	—	—	35	—	—	—	25	—	—	2
Nauplii	2	24	2	—	13	30	190	—	27	20	1	15	—

6							7			8					9				
0	2	4	6	8	10	12	0	6	11	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
—	—	—	35	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	14	—	—	—
22	5	2	5	—	—	6	—	—	—	60	16	—	7	14	34	4	10	15	5
—	—	7	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	2	2	5	6	—	—	—	—	—	—	—	15	1	8	—	2	—	15	5
—	1	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	3	6	65	20	84	—	10	3	2	10	8	5	10	2	4	4	5	—	—
—	1	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	8	4	15	10	10	—	—	4	2	20	—	10	1	—	—	14	10	2	—
21	30	23	130	19	10	2	5	2	2	50	8	10	7	—	7	6	30	2	2

11			12				13			14		
0	5	9	0	2	4	7	0	3	6	0	2	5
—	—	2	—	—	44	50	—	12	—	—	—	—
4	—	—	2	—	3	5	—	2	—	6	—	2
—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	2	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	2	2	—	5	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	20	44	32	5	18	70	12	14	18	28	14	30
—	—	—	1	—	—	—	2	2	—	—	—	—
—	20	4	—	—	9	—	—	8	12	2	6	10
35	20	4	61	—	44	150	54	20	86	28	34	62

C) Cell number of dinoflagellata per 1 l (X10)

Station	2				3				5				
Depth of sampling (m)	0	3	6	9	0	5	10	12	0	3	6	9	12
Noctiluca scintillans	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—
Dinophysis ovum	—	—	—	—	—	—	70	2	1	10	—	1	—
Peridinium spp.	—	—	—	—	—	35	260	2	6	40	5	3	—
Pyrophacus horolongicum	—	40	—	1	1	40	50	2	3	70	3	—	—
Ceratium furca	—	—	—	—	2	—	20	2	—	10	1	—	—
C. fusus	—	20	—	10	—	—	530	10	2	5	1	2	2
C. spp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dictyocha sp.	—	—	—	—	—	—	40	—	1	5	—	—	—

6							7			8					9				
0	2	4	6	8	10	12	0	6	11	0	3	6	9	12	0	3	6	9	12
1	1	1	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	12	245	32	—	—	—	—	—	—	4	10	19	4	—	—	20	5	5
3	5	13	990	237	20	2	—	60	—	—	—	30	26	4	3	2	20	7	—
1	28	18	65	2	5	1	—	30	2	—	12	5	—	—	—	2	5	—	—
4	—	4	145	11	—	—	5	20	—	—	—	5	10	2	—	—	—	—	—
3	1	7	915	245	30	14	—	360	4	—	4	30	320	10	—	—	60	15	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	2	—
—	1	5	325	8	5	—	—	10	—	—	—	—	4	2	—	—	40	5	—

11			12				13			14		
0	5	9	0	2	4	7	0	3	6	0	2	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	10	18	—	55	7	70	2	22	54	2	12	26
4	40	54	3	155	21	300	2	2	36	18	14	44
—	5	2	4	—	14	30	—	4	24	2	14	6
—	—	—	—	30	7	35	—	—	—	—	—	—
—	10	246	6	266	4	700	12	—	320	6	16	98
—	—	4	—	—	—	—	—	—	14	—	—	14
2	—	32	—	10	3	30	—	—	12	—	—	12

The table 1 and Figs. 2～4 showing the results of the analyses by using MOTOMURA's correlation coefficient method indicate that there is no special species occurring solely in the water flowed into the lagoon from Miyazu Bay or the river Noda and that influences of the stagnation of lagoon water and the inflow

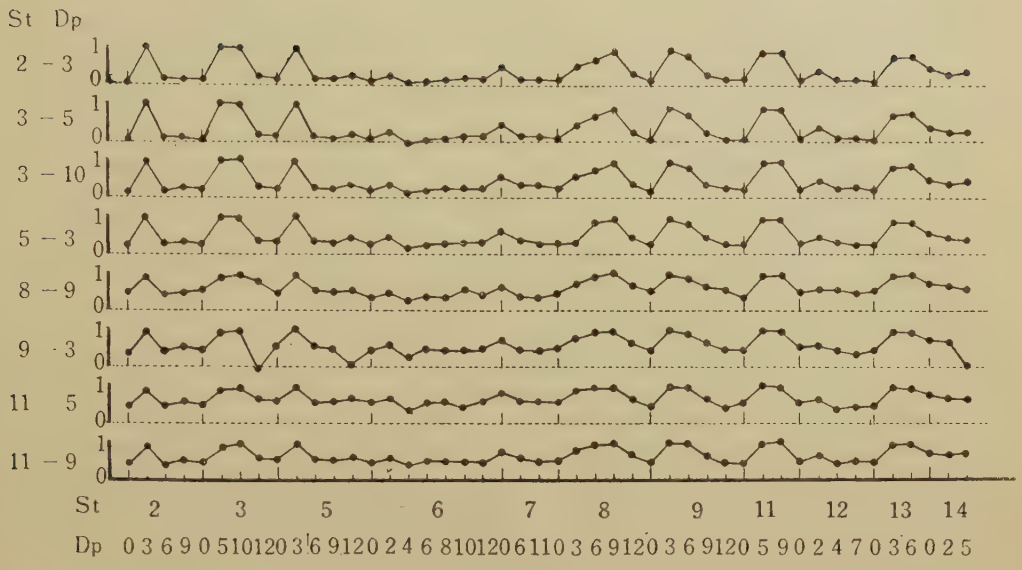

Fig. 2. Correlation coefficient diagrams of the upper layer community with thephytoplankton compositions at every sampling point. Remarks : St : number of station. Dp : depth in meter.

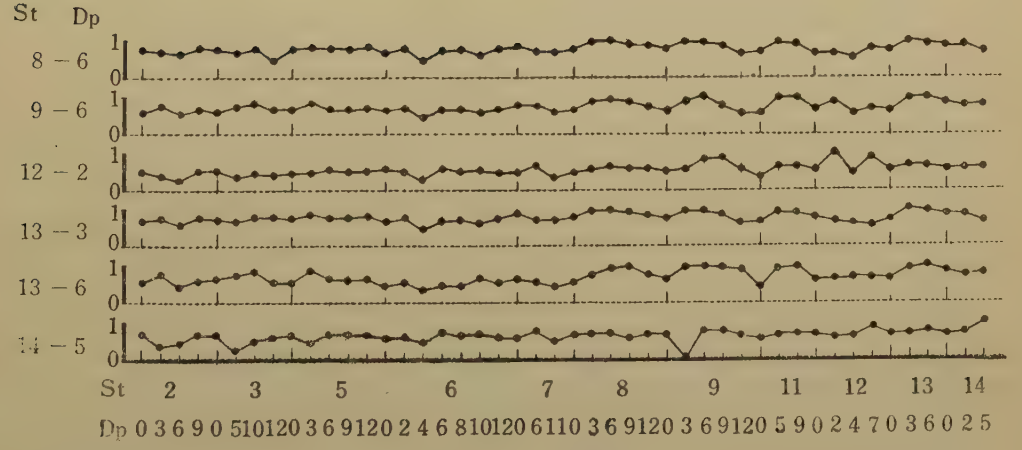

Fig. 3. Correlation coefficient diagrams of the intermediate community with the phytoplankton compositions at every sampling point. Remarks : St : number of station. Dp : depth in meter.

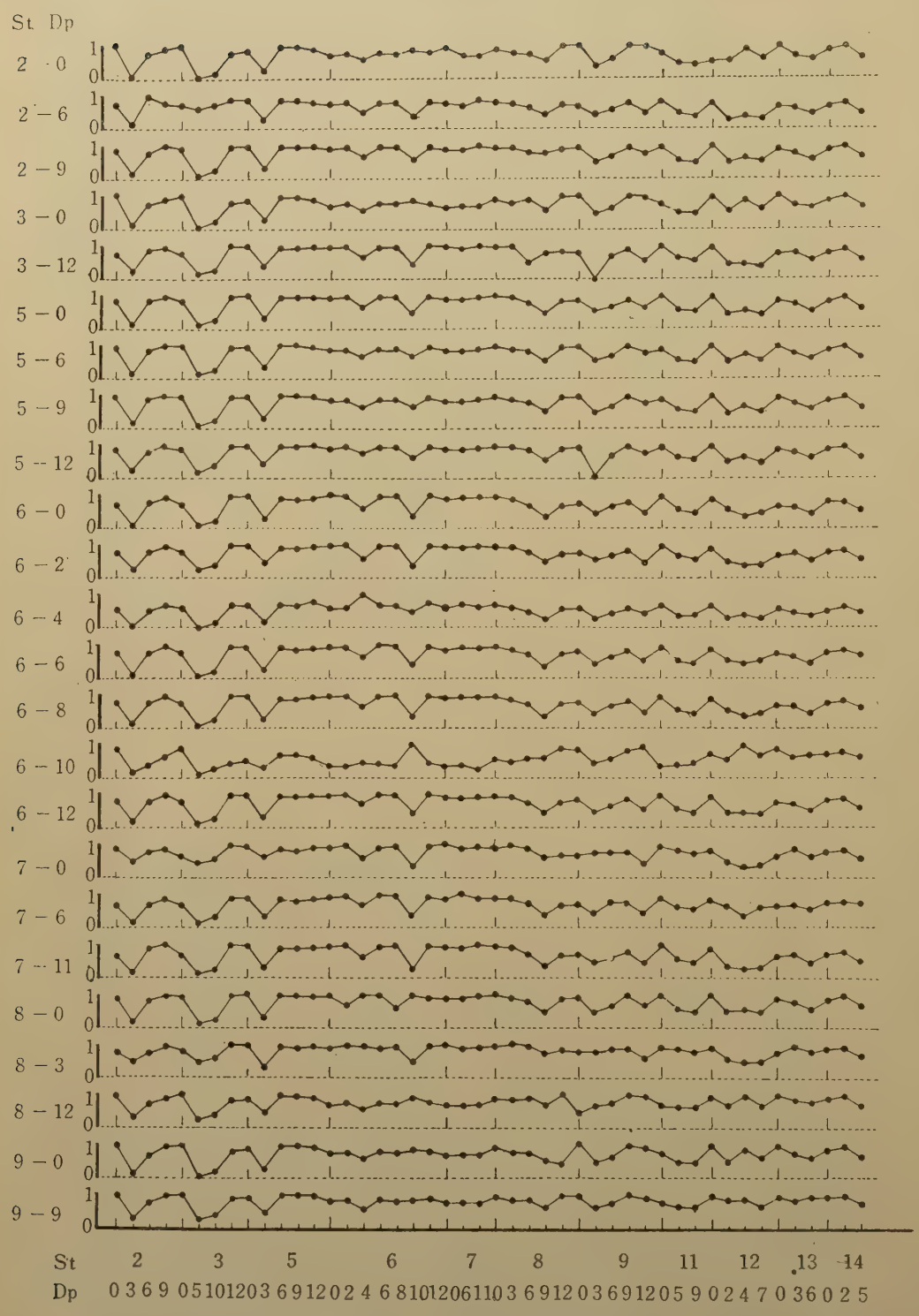

Fig. 4. Correlation coefficient diagrams of the stagnant layer community with the phytoplankton compositions at every sampling point. Remarks : St : number of station. Dp : depth in meter.

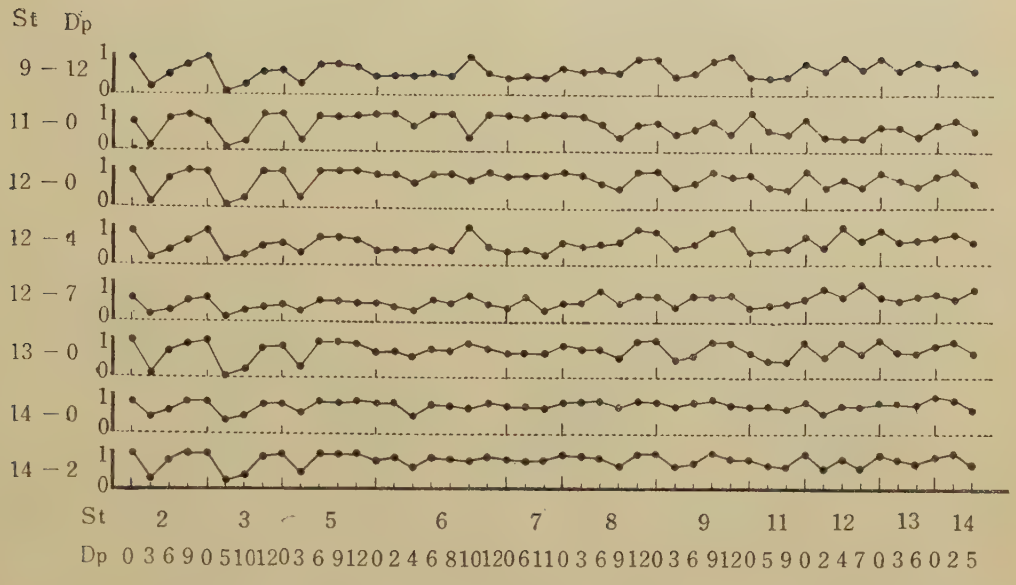

Fig. 4. continued.

from other water systems upon the phytoplankton communities specific to lagoon water are superficially similar to each other.

As shown in Figs. 2～4, the phytoplankton-communities are classified into three types : the community of the upper layer, that of the stagnant layer and the intermediate one.

The community of the upper layer consists of

Chaetoceros danicus	35 — 50 — 80 %
Ch. didymus	5 — 10 — 20 %
Ch. affinis	15 — 20 — 30 %
Skeletonema	1 — 5 — 10 %
Leptocylidrus	0 — 2 — 5 %

the community of the intermediate type consists of

Chaetoceros danicus	12 — 20 — 33 %
Ch. didymus	15 — 20 — 25 %
Ch. affinis	20 — 25 — 40 %
Skeletonema	3 — 10 — 20 %
Leptocylindrus	0 — 2 — 3 %

and the community of the stagnant layer consists of

Chaetoceros danicus	0 — 8 — 25 %
Ch. didymus	5 — 20 — 65 %
Ch. affinis	20 — 45 — 75 %
Skeletonema	1 — 20 %
Leptocylindrus	0 — 4 %

But all correlation coefficients are not negative. This fact indicates the compositions of these three communities are not so different but rather similar and the characteristics mentioned above are also not showing comspicuous difference. The distribution of these three communities may be understood easily at Figs. 1 and 5. These figures show obviously that (1) the upper layer

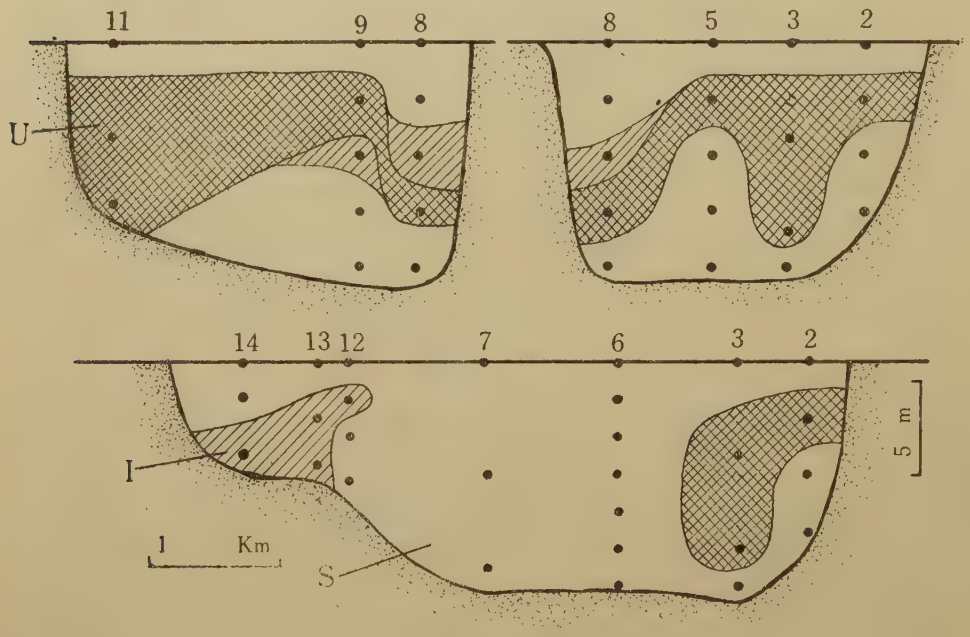

Fig. 5. Vertical section of Yosa-naikai.
Remarks : U : the upper layer community.
I : the intermediate community.
S : the stagnant layer community.

community was distributed in the middle layer, which was named "upper layer" from the chemical characteristics of the water, in the eastern part of the lagoon and the zone combining openings of channels with the northern bank of the river Noda near the mouth, (2) the intermediate community was found in the lagoon in the area south from the line connecting openings of channels to the mouth of the river Noda a little deeper or shallower than those occupied by the upper layer community and (3) other parts of the lagoon were occupied by the stagnant layer community.

Relation between the Phytoplankton Communities and the Characteristics of the Water.

At Fig. 2 in the 2 nd report of this series and Fig. 5 in this report, it may be perceived that the distribution of phytoplankton communities is not always

corresponding strictly to the arrangement of water layers. A considerable number of plankton samples do not belong to communities expected generally in water layers where the chemical characteristics of water are similar to those observed at points where the samples were collected, but to different types of the community. Such samples were distributed in the lagoon as follows :

1) Samples belonging to the stagnant layer community, although the chemical characteristics of the water at sampling points suggest the prevalence of the upper layer community.

1. deeper part of the upper layer : St. 2 (6 m), St. 5 (6 m) and St. 7 (6 m).
2. Station 6 (2,4 and 6 m).
3. south-western part of the lagoon : St. 12 (4 m and 6 m) and St. 14 (3 m).
4. near openings of channels : St. 8 (3 m).

2) Samples belonging to the intermediate community, although the chemical characteristics of water at sampling points suggest the prevalence of the upper layer community.

1. near openings of channels : St. 8 (6 m) and St. 9 (6 m).
2. south-western part of the lagoon : St. 12 (2 m), St. 13 (3 m and bottom) and St. 14 (bottom).

3) Samples belonging to the stagnant layer community, although the chemical characteristics of water at sampling points suggest the prevalence of the intermediate community. St. 6 (8 m).

4) Samples belonging to the upper layer community, although the chemical characteristics of the water at sampling points suggest the prevalence of the stagnant layer community. St. 3 (10m), St. 8 (9 m) and St. 11 (bottom).

The above mentioned data seem to indicate that the phytoplankton composition of samples obtained from the south-western part of the lagoon, St. 6, the area near openings of channels and the deeper part of the upper layer was probably in a faded state of the community which is naturally suggested by the chemical characteristics of the water.

Summary

1. The individual or cell numbers of plankton in water samples of 1 L. obtained at the observation of May 10~12 1950 are shown in table 1.

2. By using MOTOMURA's correlation coefficient method, the phytoplankton communities are classified into the following three types : upper layer type, stagnant layer type and intermediate one.

3. The distribution of each community is shown in Figs. 1 and 5.

4. Samples obtained from the south-western part of the lagoon, St. 6, the area near openings of channels and the deeper part of the upper layer show the plankton composition in a faded state of the community naturally suggested by the chemical

characteristics of the water.

Literture.

1) MAEDA, H. : 1952. Studies on Yosa-naikai. 1 On the over-saturation of dissolved oxygen and vertical changes of pH in winter. Umi to Sora (Sea and Sky), **29** (5, 6) 89~95 (in Japanese with English summary).

2) MAEDA, H. : 1953. Studies on Yosa-naikai. 2 Considerations upon the range of stagnation and the influences by the river Noda and the open sea. Jour. Shimonoseki Coll. Fish., **3** (2) 133~140.

3) MAEDA, H, : 1953. Studies on Yosa-naikai 3 Analytical investigations on the influence of the river Noda and the benthonic communities. Jour. Shimonoseki Coll. Fish., **3** (2) 141~149.

4) MIYADI, D., *et al.* : 1947. On the hydrographical succession of the Yosa-naikai and the decline of its fisheris. Zool Mag., **57** (9) 147~152.

5) MIYADI, D. & T. HABE : 1949. Studies on the Yosa-naikai, its oceanographical conditions and their inprovement for fisheries purposes. Bull. Soc. Sci. Fish., **14** (5), 244~250 (in Japanese with English summary).

6) MOTOMURA, K. : 1932. Statistical treatment for communities. Zool. Mag., **44**, 379~383.

大スンダ列島南西沿海と大平洋海域に於けるキハダマグロの形態上の比較※

鶴　田　三　郎

Morphometric Comparison of Yellowfin Tuna of Southwestern Great Sunda Islands and of the Pacific Waters

By
Saburo TSURUTA

Of respective bodily parts of the yellowfin tuna, the growth rate is the greatest in anal but the smallest in pectoral in the material obtained from S-W. G. S. I. (South Western Great Sunda Islands). These two points hold true in the samples found in all other wider areas. As regards length of second dorsal fin and that of anal fin the specimens of S-W. G. S. I. far surpass those of other areas. Hand in hand with the difference of the length, shape of these fins decidedly stands at variance with that of corresponding ones in the samples of the above-mentioned two regions. On the contrary, the specimens of S-W. G. S. I. do not differ from those of other wider areas in head length and body depth. The same tendency is evident in the growth rate of them. All other features scarcely show differences between the specimens of the two areas.

All these seem to lead to the conclusion that yellowfin tuna may be considered forming partly independent stocks all over the world but probably referable to a single species.

緒　　言

第二次大戦以来，世界の各地でマグロ漁業の開発が活潑化した為，水産食糧資源としてのマグロの研究が盛んになり，世界に広く分布しているマグロの相互関係が問題となつて来た。即ち各種のマグロ魚群が数千浬の広大な海域に亘つて洄游しているのか，或は200～300浬の小区域だけに止つて一生を終るものか何うかが疑問となつている。又関連性の問題として世界中に広く分布しているマグロが，多くの独立した特性を以て構成されているのか，或はそれ等の各々が単独の種類として分類出来るものか，若しそうであれば夫々の種類の分布する地理的の境界線は何処に引かれるかと云ふことを解決することである。これ等の問題を少しでも解決すべく1940年頃より世界の各所で魚体測定が行われている。本報告も又世界各地からのマグロの形態の比較分析の研究を主眼とするものである。我々の比較研究は，世界の研究者によつて蒐められた非常に多くの資料によつて得る処大なるものがあつた。即ちキハマグロに関してはGODSIL(1948)の中央アメリカ太平洋岸の1,911尾の測定資料を初めとし，SCHAEFER(1948)

※ 水産講習所研究業績　第160号.

のコスタリカの46尾，SCHAEFER 及びWALFORD（1950）のアンゴラの60尾，SCHAEFER（1952）のハワイの203尾，ROYCE（1952）の太平洋各地域其の他の3,617尾（GODSILの1,911尾其の他を含む），FRADE（1929，1931）のカナリヤ諸島の150尾，NICHOLS 及び LAMONTE（1941）のポルトガルの資料，BEEB 及び TEE-VAN（1936）のカリブ海の資料等約4,000尾に達するキハダマグロの測定結果が，又印度洋方面の資料に関してはセイロン島の3尾の他に，印度太平洋水産理事会（I.P.F.C.）第3回会議（1951年2月1日～16日，印度のマドラスで開催）に於て，印度洋方面の異つた10ケ処から採集したマグロの12の群衆の中から2,783尾の形態測定の結果が得られた旨報告されている。斯如く多くの研究者により多数の資料が測定され，且つ此処数年以来標識放流も各地で盛んに行われるようになつたが，世界に広く分布しているキハダマグロ等が，単一の種類であるか否か等の根本的問題は未だ解明の域に達していないようである。

資料と測定方法

資料は1953年12月26日から，1954年1月21日に亘り，スマトラ島南西沖合よりジヤワ島南方沖合に至る海域で，練習船俊鶻丸が延縄で漁獲したものゝ中の140尾である。測定は漁獲直後甲板上でSchaefer等の規定する方法で行い，その値は第1表に示したが，これ等の計測を担当し，且つ貴重な資料を提供された当所の佐藤，前田両教官等に対し深く感謝の意を表する。

Table 1. Morphometric measurements of yellowfin tuna from southwestern Great Sunda Islands, Dec. 26, 1953…Jan. 21, 1954.

Total length	Head length	Snout to insertion of 1st dorsal fin	Snout to insertion of 2nd dorsal fin	Snout to insertion of anal fin	Snout to insertion of ventral fin	Snout to insertion of Pectoral fin	Greatest body depth	Length of Pectoral fin	Length of 2nd dorsal fin	Length of anal fin	Body weight in pounds	Sex
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm		
82.0	22.5	25.0	44.0	48.0	25.0	22.5	20.0	24.0	13.5	13.5	22	F
86.0	24.5	27.0	46.0	50.0	25.0	24.0	21.5	24.0	13.5	14.0	24	M
87.0	24.5	27.0	46.0	50.0	25.0	23.5	22.0	27.0	15.0	14.0	29	F
91.0	24.0	27.0	48.0	52.0	27.5	24.5	22.0	26.0	16.0	16.5	26	F
91.0	25.0	27.0	48.0	53.5	28.0	23.0	28.0	28.0	16.5	19.0	32	M
91.0	25.0	28.0	48.0	52.0	27.0	25.0	23.0	26.0	15.0	15.0	29	F
92.0	25.0	28.0	48.0	53.0	27.0	25.0	23.0	30.0	16.0	16.0	33	M
94.0	26.0	30.0	50.0	56.5	29.0	27.0	24.0	27.0	15.0	15.5	33	M
95.5	26.5	29.0	51.0	50.0	29.0	27.0	23.5	28.5	18.5	20.0	34	M
100.0	27.0	31.0	52.5	57.0	29.5	26.5	25.0	29.0	21.0	23.0	41	F
104.0	28.5	33.0	54.0	59.0	31.0	29.0	27.0	31.0	20.0	22.5	45	M
108.0	28.5	33.0	56.0	61.0	31.0	29.0	27.0	30.5	28.0	26.0	53	F
109.0	30.0	33.0	56.0	62.0	33.0	30.0	28.0	29.0	19.0	25.0	55	M
109.0	30.0	36.0	60.0	62.0	32.5	32.0	27.0	38.5	27.0	24.0	50	F
111.0	29.0	33.0	56.0	61.0	30.0	28.5	29.0	33.0	25.0	29.0	56	M
111.0	29.0	32.0	57.0	61.0	31.0	29.0	28.0	31.5	21.0	27.0	64	M
112.0	30.0	32.0	57.0	64.0	33.0	31.0	29.0	30.0	23.0	23.0	58	M
115.0	27.0	37.0	62.5	68.0	36.0	32.0	31.0	34.0	33.5	36.5	74	M
117.0	32.5	34.0	60.0	67.0	36.0	31.0	29.0	32.0	29.0	38.0	66	F
117.0	31.0	35.0	61.0	66.0	34.0	30.0	27.0	33.0	27.0	30.0	61	M

118.0	32.0	35.0	62.0	67.0	35.0	32.0	30.0	33.0	28.0	31.0	63	F
118.0	31.0	35.0	60.0	67.0	34.0	30.0	28.0	33.0	25.0	29.0	73	M
118.5	31.0	35.0	61.0	66.0	33.0	32.0	30.0	36.0	30.0	35.0	71	M
119.0	32.0	34.0	60.0	65.5	36.0	32.0	30.0	31.0	30.0	34.0	73	M
121.0	31.0	35.0	62.0	68.0	34.0	32.0	32.0	31.0	28.0	33.0	83	M
122.0	31.0	35.0	62.0	67.0	34.0	32.0	32.0	31.0	33.5	36.0	74	M
123.0	34.0	36.5	63.0	70.0	34.0	34.0	31.0	33.0	29.0	37.0	66	F
123.0	33.0	39.0	65.0	71.0	34.0	34.0	36.0	34.0	23.0	27.0	74	M
123.0	33.0	38.0	65.0	69.0	36.0	34.0	30.5	33.0	30.5	39.0	76	M
123.0	32.0	37.0	67.0	69.0	36.0	33.0	30.0	31.0	30.5	38.0	74	M
124.0	33.0	36.0	63.0	69.0	36.0	34.0	30.0	35.5	36.0	38.0	79	M
124.0	32.0	37.0	63.0	71.0	35.0	33.0	32.0	36.0	34.0	39.5	83	M
124.0	34.0	39.0	64.0	68.5	36.0	34.5	32.0	34.5	34.0	33.0	74	M
124.0	35.0	41.5	67.5	72.0	37.0	36.0	32.5	34.0	35.0	53.0	84	M
124.0	32.0	35.0	64.0	69.0	37.0	34.0	30.0	32.5	31.0	44.0	68	F
125.0	34.0	36.0	64.5	71.0	37.0	35.0	30.0	32.5	36.0	42.5	79	F
125.0	34.0	37.0	65.0	73.0	36.0	33.0	33.0	32.5	35.0	41.0	84	M
125.0	32.0	37.0	64.0	69.0	35.0	33.0	32.0	31.0	36.5	41.0	83	M
125.0	34.0	37.0	64.0	70.0	37.5	33.0	34.0	44.0	36.0	39.0	89	M
126.0	33.0	36.0	64.0	70.0	35.0	33.0	32.0	36.0	32.0	37.0	79	M
127.0	34.0	34.0	64.0	72.0	37.0	35.0	31.0	33.5	33.5	40.5	79	F
127.0	33.5	37.0	66.0	71.0	36.0	33.0	31.0	32.0	33.0	36.5	87	M
128.0	34.0	38.0	65.0	71.0	36.0	34.0	31.0	35.0	35.0	37.5	83	M
128.0	35.0	39.0	67.0	72.0	37.5	35.5	31.0	33.0	34.0	38.5	83	M
128.0	36.0	38.0	68.0	73.0	37.0	36.5	32.0	36.0	40.0	45.0	88	M
128.5	40.5	36.0	67.0	72.5	39.0	35.0	37.0	32.0	36.0	35.0	87	M
129.0	34.0	42.0	68.0	71.0	48.0	36.5	30.0	32.0	41.0	42.0	83	F
129.0	35.0	39.0	68.0	73.0	37.5	35.5	31.0	34.5	34.5	40.0	83	M
129.0	34.5	38.5	67.5	74.5	37.5	35.5	31.5	35.5	38.5	41.0	89	M
129.0	38.0	38.0	66.0	71.0	39.0	34.5	42.0	33.5	30.0	33.0	79	M
130.0	35.0	41.0	69.0	74.0	38.0	35.0	31.0	34.5	34.0	40.0	88	M
130.0	34.0	37.0	66.0	72.0	37.0	35.0	32.0	33.5	31.0	39.0	88	M
131.0	36.0	39.0	68.0	72.0	37.0	36.0	33.0	35.5	33.5	36.5	92	M
131.0	35.0	42.5	66.0	77.0	40.0	38.0	43.0	33.5	30.0	45.0	88	M
131.0	34.0	36.5	65.0	72.0	36.0	32.0	33.0	35.0	44.5	50.0	91	M
131.0	35.5	41.0	71.0	75.0	36.5	35.5	34.0	33.0	42.5	50.5	98	M
131.5	36.0	36.0	65.0	74.0	38.0	37.0	34.5	33.0	48.0	44.5	102	M
132.0	35.0	40.0	69.0	74.0	38.0	35.0	35.0	37.0	39.5	59.0	93	M
132.0	40.0	45.0	69.0	75.0	38.0	36.0	33.0	33.0	42.5	44.0	100	F
133.0	35.0	39.0	67.0	75.0	38.0	36.0	33.5	35.5	34.0	47.0	109	M
133.0	34.5	40.0	70.0	74.5	37.0	34.0	34.0	34.0	44.0	55.0	99	M
133.0	35.0	40.0	60.0	73.0	38.0	35.0	34.0	32.0	39.0	32.0	91	M
133.0	35.0	39.0	70.0	75.0	38.0	35.0	34.0	34.5	32.0	45.0	99	M
133.5	35.5	41.0	71.0	75.5	38.5	38.0	32.0	32.0	35.0	33.5	83	M
134.0	36.0	40.0	69.0	75.0	39.0	37.0	35.0	38.0	40.0	46.0	101	M
134.0	34.0	37.0	65.0	73.0	37.0	35.0	33.0	35.0	39.0	43.5	95	M
134.0	35.0	39.0	70.0	74.0	38.0	35.0	35.0	36.0	56.0	58.0	96	F
134.0	35.0	38.0	67.0	75.0	38.0	36.0	35.0	34.5	46.5	52.0	99	M
135.0	36.5	43.0	73.5	76.0	39.0	38.0	35.0	35.0	45.0	57.0	107	M
135.0	36.5	44.0	71.0	76.0	38.5	37.0	32.5	34.0	37.0	36.5	97	M
135.0	35.0	40.0	68.0	75.0	38.0	34.0	32.5	34.0	58.0	45.0	91	F
135.0	36.0	42.0	71.0	77.0	41.0	37.0	35.0	34.5	40.0	54.0	107	M
135.0	35.0	40.0	70.0	76.0	37.0	35.0	35.0	35.5	30.0	49.0	99	M
135.0	38.0	43.0	74.0	78.0	42.0	38.0	36.0	36.0	54.0	37.5	117	M
135.0	36.0	41.0	72.0	76.0	39.0	37.0	34.0	32.0	33.0	42.0	104	F
136.0	36.0	40.0	68.0	75.0	40.0	36.0	35.0	36.0	40.0	45.0	99	M
136.0	35.0	43.0	71.0	76.0	38.0	35.0	35.0	35.5	48.0	56.0	102	M
137.5	37.0	37.5	69.0	77.0	39.0	37.0	35.0	36.0	46.0	64.0	102	M
138.0	37.0	43.5	72.5	75.0	39.0	38.5	34.0	33.0	41.0	51.0	90	M
139.0	37.0	41.0	70.0	75.0	40.0	37.0	34.0	33.0	46.0	55.0	99	M
139.0	38.5	44.0	74.0	79.0	42.0	39.0	35.0	35.0	37.5	45.0	91	M
139.0	35.0	40.0	70.0	79.0	39.0	33.0	38.0	35.0	61.0	65.5	117	M
139.0	33.0	38.0	65.0	71.0	36.0	34.0	33.0	34.0	30.0	47.0	91	M
139.0	36.0	40.0	70.0	77.0	39.0	36.0	37.0	33.0	41.0	48.0	116	M
139.0	37.0	41.0	70.0	78.0	39.0	38.0	34.0	35.0	34.0	47.0	102	M
139.0	37.0	43.0	71.0	76.0	38.5	37.0	36.0	37.0	48.5	54.0	107	M
140.0	36.0	40.0	70.0	76.0	39.0	36.0	37.0	36.5	59.0	66.0	116	M
140.0	37.0	40.0	70.0	75.5	40.0	38.0	36.0	35.0	59.0	33.0	127	M
140.0	37.0	42.0	72.5	78.0	41.5	38.0	37.0	37.0	56.0	65.0	106	M
140.0	36.0	42.0	71.0	78.0	37.0	36.0	35.0	35.0	56.0	64.0	119	F

141.0	37.0	42.0	74.0	78.0	40.0	37.0	35.0	33.5	44.5	51.0	107	M
141.0	37.0	43.0	76.0	70.0	41.0	37.0	36.0	37.0	50.0	38.0	117	F
141.0	37.0	40.0	72.0	79.0	40.0	38.0	36.0	36.0	53.0	40.0	112	M
141.0	41.0	41.0	70.0	79.0	41.0	37.0	35.0	34.0	35.5	47.0	109	F
141.0	36.0	42.0	72.0	77.0	42.0	37.0	37.5	35.0	56.0	63.0	119	M
141.0	39.0	45.0	73.0	78.0	43.5	39.0	34.5	35.0	52.0	54.5	109	M
141.0	37.0	40.0	70.0	78.0	39.0	37.0	35.0	35.0	36.0	46.5	107	M
141.0	35.0	40.0	73.0	78.0	41.0	36.5	36.5	34.5	55.0	58.0	106	M
142.0	37.5	40.0	72.0	79.0	38.5	37.0	35.0	38.0	46.5	56.0	112	M
142.0	39.0	44.0	74.0	79.0	42.0	40.0	37.0	35.0	33.0	44.5	109	M
142.0	37.0	44.0	74.0	79.0	41.0	39.0	39.0	35.0	57.0	67.0	121	M
143.0	37.0	40.0	72.0	78.0	40.0	37.0	37.5	34.5	50.0	61.5	120	M
143.0	37.0	41.0	73.0	79.0	40.0	37.0	38.0	35.5	34.0	67.5	124	M
143.0	37.0	44.0	75.0	81.0	41.0	38.0	36.0	36.0	55.0	59.0	120	F
143.5	37.0	42.0	74.0	80.0	41.0	37.0	38.5	35.5	49.5	55.0	127	M
144.0	38.0	42.0	73.5	79.0	42.0	38.0	36.0	36.0	45.0	43.0	99	M
144.0	38.0	44.0	77.0	81.0	42.0	38.0	36.0	34.5	55.0	63.0	116	M
144.0	35.0	41.0	73.0	80.0	39.0	35.5	35.0	35.0	50.0	49.0	116	F
144.0	37.0	40.0	73.0	78.0	39.0	37.0	35.0	36.5	41.0	42.0	112	M
144.0	36.0	41.0	72.0	78.0	42.0	36.0	36.0	35.0	50.0	55.0	112	M
145.0	37.0	44.0	76.0	78.0	40.0	37.5	37.0	36.0	52.0	63.0	116	M
145.0	39.0	45.0	75.0	82.0	42.0	39.0	35.0	35.0	40.0	53.0	107	M
145.0	40.0	45.0	74.0	82.0	41.0	41.0	38.0	35.0	55.0	—	122	M
145.0	37.0	41.0	74.0	80.0	40.0	38.0	36.5	38.0	49.5	55.5	109	M
145.0	36.0	39.0	72.0	79.0	39.0	36.0	36.5	35.0	42.0	46.5	114	M
146.0	39.0	42.5	74.5	80.0	41.0	41.0	37.5	34.0	54.0	64.0	117	M
146.0	39.0	50.0	72.0	81.0	43.0	41.0	38.0	38.5	64.0	70.0	127	M
146.0	38.5	46.0	76.0	81.0	41.0	39.5	39.0	36.0	56.0	66.0	127	M
146.5	38.5	47.0	78.0	82.0	41.0	40.0	38.0	35.5	59.0	62.0	129	M
146.5	39.0	44.0	76.0	83.0	42.0	40.0	38.0	36.0	59.0	56.0	127	M
147.0	38.0	44.0	75.0	82.0	43.0	39.0	38.0	37.5	51.5	41.0	132	M
148.5	39.0	42.0	75.0	82.0	41.0	39.0	37.0	37.0	52.5	63.0	124	M
149.0	39.0	42.0	76.0	80.0	44.0	42.0	36.0	33.5	45.0	54.5	122	M
149.0	40.0	49.0	79.0	82.0	44.0	40.0	40.0	35.0	38.5	—	137	M
150.0	37.5	43.5	75.0	82.0	41.0	37.5	39.0	35.0	62.5	70.0	134	F
150.0	38.0	44.0	75.0	81.0	44.0	39.0	38.0	38.0	51.0	57.5	132	M
152.0	41.0	50.0	81.0	83.5	43.0	42.0	40.0	37.5	65.0	71.0	111	F
152.0	39.0	45.0	77.0	83.0	41.0	38.0	38.0	36.0	50.5	51.0	136	F
153.0	39.0	43.0	78.0	85.0	44.0	40.0	37.0	39.0	59.0	70.0	132	F
153.0	38.0	45.0	76.0	84.0	43.0	39.0	36.5	35.0	52.0	51.0	135	M
155.0	39.0	43.0	77.0	85.0	45.0	41.0	39.5	38.0	61.0	67.0	147	M
157.0	41.0	44.0	79.5	87.0	44.0	41.0	41.0	37.5	55.0	68.0	140	M
157.0	41.0	48.0	82.0	89.0	44.0	42.0	41.0	36.5	52.5	62.0	157	M
158.0	40.0	48.0	76.0	83.0	45.0	38.0	38.0	35.5	59.0	62.0	142	M
160.0	40.5	40.0	75.0	85.0	43.5	41.5	39.0	34.0	55.5	56.5	145	M
161.0	40.0	46.0	82.0	87.0	46.0	41.0	39.0	37.0	68.0	72.0	149	M
161.0	40.0	45.0	80.0	86.0	43.0	39.0	40.0	33.0	51.0	60.0	165	M
161.0	42.0	50.0	83.0	88.0	46.0	43.0	43.0	37.5	64.0	75.0	174	M
162.0	43.0	49.0	83.0	91.0	46.0	42.0	41.0	40.0	70.0	75.0	169	M
163.0	41.0	49.0	83.0	90.0	46.0	42.0	40.0	35.0	64.5	68.0	157	M

大スンダ列島南西及び南方沖合に於けるキハダマグロの成長

Schaefer 等の統計学的計算方法に倣い，第1表から第2表を得た。この海域のキハダマグロの各部分の成長の割合は，他の海域のものと同様に臀鰭に於て最大で，胸鰭に於て最小である。体長が100糎から150糎に成長する迄に，各部分の成長する割合を百分率で次に示した。

臀鰭の長さ	186.2	第2背鰭の長さ	176.1
体　　高	49.0		
吻端より第1背鰭基底前端迄の距離	46.2		
吻端より臀鰭基底前端迄の距離	44.4		
吻端より腹鰭基底前端迄の距離	43.2		

Table 2. Statistics of linear regressions of measurments of Great Sunda Islands' yelloefin tuna.
N=number in sample, $\bar{x}$, $\bar{y}$ means of x and y, Sx^2, Sy^2, Sxy are sum of squares and products of deviations from $\bar{x}$, $\bar{y}$.
$b=\frac{Sxy}{Sx^2}$ regression cofficients of y on x.
$s^2=\frac{Sy^2-b^2\ Sx^2}{N-2}$ estimate of variance about regression line.
$a=y$ intercept of regression line.

Independent variable x	Dependent variable y	N	$\bar{x}$	$\bar{y}$	Sx^2	Sy^2	Sxy	b	s	a
Total length	Head length	140	133	35	39215.5	2370.25	9183.00	0.23417	1.263	3.86
Do	Snout to insertion lst dorsal fin	140	133	39	39215.5	3643.25	1085.75	0.27687	2.148	2.18
Do	Snout to insertion 2nd dorsal fin	140	133	68	39215.5	8176.75	17221.50	0.43915	2.109	9.59
Do	Snout to insertion anal fin	140	133	74	39215.5	10427.50	19897.00	0.50854	1.662	6.36
Do	Snout to insertion ventral fin	140	133	38	39215.5	2885.75	10026.25	0.25567	1.528	4.00
Do	Greatest body depth	140	133	34	39215.5	2907.00	9839.75	0.25091	1.798	0.63
log Total length	Length of pectoral fin	140	2.12385	34	0.50095	1196.00	18.50676	36.94331	1.927	−44.54
Do	*log* Length of 2nd dorsal fin	140	2.12385	1.61278	0.50095	3.78147	1.25928	2.51378	0.06681	−3.72611
Do	*log* Length of anal fin	138	2.12057	1.66276	0.49355	3.92620	1.27369	2.58067	0.06856	−3.80973
Do	*log* Body weight in pounds	140	2.12385	1.98677	0.50095	4.34871	1.44766	2.88983	0.03460	−4.15080

頭　　長　　43.2
胸鰭の長さ　　22.1　　体　　重　　220.9

これ等の計算に必要な回帰方程式を第2表から求めると次の通りである。

(1). Head length y on total length x ……$y=0.23417x+3.86$
(2). Snout to insertion of lst dorsal fin y on total length x ……$y=0.27687x+2.18$
(3). Snout to insertion of 2nd dorsal fin y on total length x……$y=0.43915x+9.59$
(4). Snout to insertion of ventral fin y on total length x……$y=0.25567x+4.00$
(5). Snout to insertion of anal fin y on total length x ……$y=0.50854x+6.36$
(6). Length of 2nd drsoal fin y on total length x ……$y=0.00018788x^{2.51378}$
(7). Length of pectoral fin y on totallength x …… ……$y=36.94331\log x-44.54$
(8). Length of anal fin y on total length x……$y=0.00015498y^{2.58067}$
(9). Greatest body depth y on total length x……$y=0.25091x+0.63$
(10). Body weight y on total length x ……$y=0.000070664x^{2.88983}$

文献の資料との比較

1．頭長及び吻端より各鰭基底前端迄の距離

(1). **頭長**　この長さは太平洋中部以西の資料より稍々長いが，東部の資料と全く同一である。成長の割合は太平洋西部の資料より稍々大きいが，その他の海域の資料と略々同様で著しい特

徴は認められない。第3表に体長が100糎と150糎の時の頭長の計算値の比較を示す。

Table 3. Comparison of head length, 100cm., 150cm. total length.

Locals	Head length (mm.)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**273**	**390**	**43.2%**
Tsuruta's SW Pacific samples ……	274	380	38.7
Schaefer's Hawaiian samples ……	258	371	43.8
Do……Costa Rica samples……	**273**	**390**	**43.2**
Do……& Walford's Angola samples …	272	384	41.2

(2). **吻端より第1背鰭基底前端迄の距離** この距離は稍々大きいが，成長の割合は太平洋東部の資料に近似し，体長100糎から150糎に成長する間のこの距離の変化の差は僅か6粍に過ぎないが，太平洋中部以西の海域の大なる資料との差異は，西遷するに従い漸次増大する。第4表に体長が100糎と150糎の時の吻端より第1背鰭基底前端迄の距離の計算値の比較を示す。

Table 4. Comparison of snout to insertion of 1st dorsal fin, 100cm., 150cm. total length.

Locals	Snout to insertion 1st dorsal fin (mm.)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**299**	**437**	**46.2%**
Tsuruta's SW Pacific samples ……	**299**	404	35.1
Schaefer's Hawaiian samples ……	288	412	43.1
Do……Costa Rica samples……	295	**427**	**44.7**
Do……& Walford's Angola samples …	295	416	41.0

(3). **吻端より第2背鰭基底前端迄の距離** この距離は小なる個体では太平洋西部の資料より小さく，東部の資料より稍々大きい。大なる個体では中部以西の資料より稍々大きく，東部の資料より稍々小さい。成長の割合は西部の資料より稍々大きく，中部以東の資料に似るが稍々小さい。第5表に体長が100糎と150糎の時の吻端より第2背鰭基底前端迄の距離の計算値の比較を示す。

Table 5. Comparison of snout to insertion of 2nd dorsal fin, 100cm., 150cm. total length.

Locals	Snout to insertion 2nd dorsal fin (mm.)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**535**	**755**	**41.1%**
Tsuruta's SW Pacific samples ……	541	743	37.3
Schaefer's Hawaiian samples ……	514	748	45.5
Do……Costa Rica samples……	526	765	45·4
Do……& Walford's Angola samples …	**529**	**758**	**43.1**

(4). **吻端より腹鰭基底前端迄の距離** この距離は太平洋西部の資料より稍々小さく，中部の資料より稍々大きい。成長の割合は中部の資料と略々同一で，体長100糎から150糎に成長する間のこの距離の変化の差は僅か2粍に過ぎないが，西部の資料より著しく大きい。第6表に体長が100糎と150糎の時の吻端より腹鰭基底前端迄の距離の計算値の比較を示す。

Table 6. Comparison of snout to insertion of ventral fin, 100cm., 150cm. Total length.

Locals	Snout to insertion of ventral fin (mm.)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**296**	**424**	**43.2%**
Tsuruta's SW Pacific samples ……	320	429	34.1
Schaefer's Hawaiian samples ……	**292**	418	**43.2**
Do……Costa Rica samples……	—	—	—
Do……& Walford's Angola samples …	302	**425**	40.7

(5). 吻端より臀鰭基底前端迄の距離　この距離は太平洋中部の資料より稍々大きいが，西部及び東部の資料より稍々小さい。成長の割合は中部の資料と略々同一で，体長100糎から150糎に成長する間のこの距離の変化の差は僅か1粍に過ぎないが，西部の資料より著しく大きく，東部の資料より稍々小さい。第7表に体長が100糎と150糎の時の吻端より臀鰭基底前端迄の距離の計算値の比較を示す。

Table 7. Comparison of snout to insertion of anal fin, 100cm., 150cm. total length.

Locals	Snout to insertion of anal fin (mm.)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**572**	**826**	**44.4**%
Tsuruta's SW pacific samples ……	612	823	34.5
Schaefer's Hawaiian samples ……	**569**	**824**	**44.8**
Do……Costa Rica samples……	589	856	45.3
Do……& Walford's Angola samples …	582	832	43.0

2．各鰭の長さ

(1). 第2背鰭の長さ　この長さは小なる個体では太平洋西部の資料より著しく短いが，中部以東の資料より遙かに長い。大なる個体では他の何れの海域の資料より大きいが，この差異は太平洋を東遷するに従い増大する。体長100糎から150糎に成長する間のこの長さの変化の差は，東部の資料との間では195粍の多きに達す。成長の割合は他の何れの海域の資料より甚だ大きく，顕著なる特性が認められる。第8表に体長が100糎と150糎の時の第2背鰭の長さの計算値の比較を示す。

Table 8. Comqarison of length of 2nd dorsal fin, 100cm., 150cm. total length.

Locals	Length of 2nd dorsal fin (mm.)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**201**	**555**	**176.1**%
Tsuruta's SW Pacific samples ……	288	**548**	90.3
Schaefer's Hawaiian samples ……	**176**	437	**142.6**
Do……Costa Rica samples……	158	317	100.1
Do……& Walford'S AngolaSsamples …	**176**	381	116.4

(2). 胸鰭の長さ　この長さは小なる個体では太平洋中部以西の資料に近似しているが，東部の資料より稍々大きい。大きな個体になるに従いこの海域別による差異は，中部の資料以外は稍々減少する。成長の割合は中部以東の資料より稍々小さいが，西部の資料より甚だ大きい。第9表に体長が100糎と150糎の時の胸鰭の長さの計算値の比較を示す。

Table 9. Comparison of length of pectoral fin, 100cm., 150cm. total length.

Locals	Length of pectoral fin (mm.)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**294**	**359**	**22.1**%
Tsuruta's SW Pacific samples ……	318	**363**	14.2
Schaefer's Hawaiian samples ……	**292**	379	**26.4**
Do ……Costa Rica samples……	270	348	28.9
Do……& Walford's Angola samples …	279	374	34.1

(3). 臀鰭の長さ　この長さは小なる個体では太平洋中部の資料に稍々似ているが，一般に西部の資料と同様に著しく長大で，この差異は太平洋を東遷するに従い増大する。体長100糎から150糎に成長する間この長さの変化の差は，東部の資料との間では231粍の多きに達す。成長

の割合は他の何れの海域の資料より甚だ大きく，第2背鰭の長さと共に顕著なる特性が認められる。第10表に体長が100糎と150糎の時の臀鰭の長さの計算値の比較を示す。

Table 10. Comparison of length of anal fin, 100cm., 150cm. total length.

Locals	Length of anal fin (mm.)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**224**	**641**	**186.2**%
Tsuruta's SW Pacific samples ……	295	**647**	117.1
Schaefer's Hawaiian samples ……	**197**	499	**153.3**
Do……Costa Rica samples……	171	357	108.8
Do……& Walford's Angola samples …	190	428	125.3

3. 体高及び体重

(1). **体高**　この高さは太平洋西部の資料より小なる個体では稍々小さく，大なる個体では稍々大きい，一般に中部以東の資料に似て，成長の割合も又近似していることは，頭長と共に著しい特徴が認められない点である。第11表に体長が100糎と150糎の時の体高の計算値の比較を示す。

Table 11. Comparison of greatest body depth, 100cm., 150cm. total length.

Locals	Greatest body depth (mm.)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**257**	**383**	**49.0**%
Tsuruta's SW Pacific samples ……	271	361	33.2
Schaefer's Hawaiian samples ……	254	381	46.1
Do……Costa Rica samples……	**255**	**383**	**50.2**
Do……& Walford's Angola samples …	261	395	51.3

(2). **体重**　これは小なる個体では太平洋中部の資料に似ているが，西部の資料より稍々軽く，東部の資料より稍々重い。大なる個体では中部の資料より稍々軽いが，西部及び東部の資料より稍々重い。体重増加の割合は中部以東の資料より稍々小さいが，西部の資料より遙かに大きい。第12表には体長が100糎と150糎の時の体重の計算値の比較を示す。

Table 12. Comparison of body weight, 100cm., 150cm. total length.

Locals	Body weight (Pounds)		Growth rate
	Total length 100cm.	Total length 150cm.	
Our SW Great Sunda Islands samples ……	**43**	**138**	**220.9**%
Tsuruta's SW Pacific samples ……	50	**134**	168.0
Schaefer's Hawaiian samples ……	**43**	144	234.9
Do……Costa Rica samples……	40	132	**230.0**
Do……& Walford's Angola samples …	—	—	—

考　　察

我々の大スンダ列島南西海域の資料では，キハダマグロの成長の割合は他の海域の資料と同様に臀鰭に於て最も大きく，胸鰭に於て最も小さい。著しい特徴は第2背鰭と臀鰭の長さで，他の何れの海域の資料より甚だ長大であり，この差異は太平洋を東遷するに従い漸次増大する。又成長の割合も極めて顕著である。これに反し頭長と体高の特性は，他の海域の資料に類似し，且つ成長の割合も又略々等しいが，特に体長が100糎から150糎の間では，頭長はコスタリカの資料と全く同一であり，吻端より腹鰭基底前端迄の距離は，ハワイの資料と殆ど同一である。

その他の特性については，海域的に多少の差異はあるが，著しい特徴は認められない。然し綜合的に他の海域の資料と比較する時は，第13表に示す回帰方程式の体長 x の係数で明かな如く，

Table 13. Regresion cofficients for various dimensions on total length, for samples from the Great Sunda Islands, Pacific and Angola.

Locals	Head length	Insertion 1st dorsal	Insertion ventral	Insertion 2nd dorsal	Insertion anal	Greatest body depth	Length 2nd dorsal	Length anal
Our SW Great Sunda Islands samples	**0.23417**	**0.27687**	**0.25567**	**0.43915**	**0.50854**	**0.25091**	**2.51378**	**2.58067**
Tsuruta's SW Pacific samples	0.21202	0.20971	0.21822	0.40469	0.42184	0.18083	1.58926	1.90955
Schaefer's Hawaiian samples	0.22567	0.24821	**0.25259**	**0.46914**	0.51941	**0.25469**	2.21305	2.28934
Do.....Costa Rica samples	**0.23504**	**0.26346**	—	0.47675	**0,53508**	**0.25550**	1.69400	1.83200
Godsil's American West Coast samples Max.	0.28004	0.30858	0.30067	0.52624	0.58550	—	—	—
Do. Min.	**0.23740**	0.25647	0.26520	0.47767	**0.53656**	—	—	—
Do.....all samples	0.24356	**0.26148**	0.27244	0.48358	0.54383	—	—	—
Schaefer's & Walford's Angola samples	0.22383	0.24190	**0.24740**	**0.45840**	**0.50210**	0.26780	1.89474	2.00815

相隣接する海域相互間の資料よりも，遠隔の太平洋中部のハワイ，又は遙かにそれ以東のコスタリカの資料に類似している点が充分認められる。斯如く遠隔の海域との資料間に相似点が認められることは，ROYCE（1952）も報告している処であり，この事実はキハダマグロが，世界に亘り単一の種類が分布していると想像される点でもあろう。従つてキハダマグロは，広く世界に亘り単一の種類が分布し，各海域的に半独立分化した種族が棲息しているものであろうと考へるSCHAEFER（1948,～52），GODSIL（1948）等の説が妥当であろう。

引　用　文　献

1）GODSIL, H. C. : 1948. A preliminary population study of the Yellowfin Tuna and the Albacore. Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull. No. **70**.

2）SCHAEFER, M. B. : 1948. Morphometric characteristics and relative growth of yellowfin tunas from Central America. Reprinted from Pacific Science, **11** (2).

3）GODSIL, H. C. & GREENHOOD, E. C. : 1951. A Comparison of the Populations of Yellowfin Tuna, from the Eastern and Central Pacific. Dep. of Fish and Game of Calif., Fish. Bull. No. 82.

4）SCHAEFER, M. B. & WALFORD, L. A. : 1950. Biometric comparison between yellowfin tunas of Angola and of the Pacific coast of Central America. U. S. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull. **51** (56).

5）SCHAEFER, M. B. : 1952. Comparison of Yellowfin Tuna of Hawaiian Waters and of the American West Coast. Fish and Wildlife Service. Fish. Bull. **52** (72).

6）ROYCE, W. F. : 1952. Preliminary report on a comparison of yellowfin tuna. P. O. F. I.

7）TSURUTA,S. : 1954. Morphometric comparison of Yellowfin Tuna of Southwestern Pacific, off Southwest of Gilbert Islands, and of Hawaiian Waters. The Journal of Shimonoseki College of Fisheries. **3** (3).

瀬戸内海産二枚貝の食餌に就いて

第1報　トリガイ *Fulvia mutica* (REEVE)※

千葉卓夫・鶴田新生・井上　泰
(山口縣内海水産試驗場)

Studies on the food Bivalves in Setonaikai, Inland Sea of Japan.

1. *Fulvia mutica* (REEVE).

By

Takuo CHIBA · Arao TSURUTA and Yasushi INOUE

In the present work, the authors studied the food of *Cardium muticum*. The materials were collected at various stations of Setonaikai and were preserved in formalin. The important food was observed consisting of such organismus as Diatomeae, Protozoa, Copepoda and Veligers of Mollusca. As regards the composition of Diatomae *Paralia*, *Coscinodiscus*, *Navicula*, *Nitzshia* and *Pleurosigma* were mostly found. The selection of the food was dependent on the size and the movement of plankton. The food composition of the species in question much resembles that of Pecten and Oyster, so far as planktion is concerned.

1. 緒　　言

一般に水族の生態に関しては，食性の問題が最も重要な事項の一つであるが，二枚貝に於ても魚類と同様その棲息場所或は移動は環境要因の外，食性に関連した諸条件が大きな意義を持つ場合が多いと思われるのでこの研究を実施した。

二枚貝の食餌については，木下（1949）がホタテガイ *Pecten* (*Patinopecten*) *yessoensis* JAY. について，田村（1932）が青森県産のカキ *Gryphaea gigas* 井狩（1929）が浅虫産 *Gryphaee circumpicta* 及び紀井産 *Gryphaee spinosa* について，平坂（1916）はイタボガキ *Ostrea denselamellosa*，アサリ *Venerupis japonica*，ハマグリ *Meretrix lusoria*，バカガイ *Mactra sulcataria*，オホノガイ *Mya arenaria japonica* 及びミルクヒ *Shizothaerus nutallii* について，愛媛県水産試験場はアコヤガイ *Pinctada martensii* の稚貝の餌料について報告した。本邦の重要食貝であるトリガイの食性については報告がない。著者等は瀬戸内海沿岸の数個所の浅海から1952年より1954年に亘りトリガイを採集し，その消化管の構造及び消化管内容物の食餌調査を施行したのでその結果を茲に報告する。

本文を草するに当り種々御教導を戴いた本所吉田裕博士並びに網尾勝氏に深謝の意を表する。

2. 供試材料及び消化器管

トリガイの消化管の構造を第1図に示した。胃の周囲には淡褐色の比較的大きい肝臓があり，

※ 水産講習所研究業績　第161号.

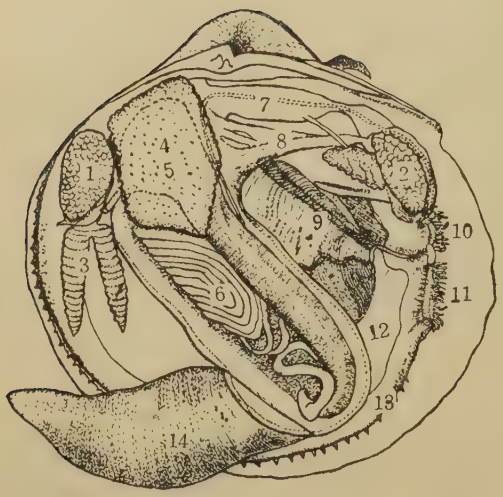

Fig. 1. Viscera of *Fulvia mutica*

1. Anterior-adductor muscle
2. Posterior-adductor muscle
3. labial palp
4. liver
5. Stomach
6. Intestine
7. Heart
8. Retractor muscle
9. Gill
10. Exhalant siphon
11. Inhalant siphon
12. Mantle
13. Mergin of mantle
14. Foot

Table 1. The Localities of collection of sample.

Date	Station
July 4, 1952	East of Ōshima
〃 5, 〃	off Murozumi
〃 6, 〃	off Sabazima
Mar. 6, 1953	〃
Aug. 28, 〃	〃
Oct. 24, 〃	〃
Feb. 2, 1954	〃
Mar. 23, 〃	〃
Apr. 10, 〃	East of Ōshima
Apr. 12, 〃	Saga-bay
May 2, 〃	Seashore of Nishinoshima

この内部には不規則網状の溝がある。腸の初部内腔にはGelatin様の棒状の杵晶体を蔵し，これより腸は複雑に迂廻して，心臓を貫走し，後閉殻筋の外側を通り出水腔に開口する。食餌の観察に供した部分は胃より心臓部迄の消化管である。

採集地点及び採集月日を第1表に示した。供試個体数は夫々10個である。

3. 消化管の内容物

消化管から検出されたプランクトンを第2表に示した，即ち珪藻類55種，原生動物5種，橈脚類8種，貝類の幼生，魚鱗，花粉等でその出現は広範囲の種類に及んだ。これ等の内で特に *Coscinodiscus asteromphalus*, *Paralia sulcata*, *Nitzschia sigma*, *Navicula cancellata*, *Pleurosigma intermedium*, *Navicula pandula*, 泥及び砕片， 4月の標本では貝類の幼生が多量捕食されていた，これ等多量捕食されている珪藻の過半数は附着性又は底棲の珪藻で，他のものも形態上から考察して浮游力に乏しく低層に亘つて分布する種である事が伺われる。

さきに著者等は周防灘の海況並びにプランクトンの季節的遷移について既述したが，これ等瀬戸内海のプランクトンの優占種を第3表に表示して，多量捕食された種類と比較したが，両者間には何等の関係も存在しないことが認められた。

次に捕食された主要種属の大きさに就いてその測定値を第4表に示した。

以上からトリガイは一般に小型の珪藻を摂取し，特に長さは相当長い種類をも取り得るが，幅には口器の大いさに依る制限が認められる様で，精々大きいものでも200～300μ位いのものであつた。又多量捕食された種類は棒状の極めて単調な形態をした種類のみであつた。動物性プランクトンの多くは消化管初部に於いて既に破片となつていた場合が多く，これ等の多くは海底に沈澱した死骸が泥土と共に水の流動により捕食されたものと考えられる。珪藻類及び貝類の幼体は消化管の後部に於いても尚その原形が保存されている点は特徴ある事で，珪藻類，貝類の幼体が多量捕食された為による不消化の原因と，消化管中にある杵晶体から分泌される

Table 2. Occurrence of plankton in digestive organ

Species	Date	1952			1953			1954				
		4/VII	5/VII	6/VII	6/III	28/VIII	24/X	2/II	23/III	10/IV	12/IV	2/V
Phyto-plankton												
1. *Coscinodiscus*	*marginatus*	R R	R R					+				
2. *Cos.*	*lineatus*	R R		R								
3. *Cos.*	*stellaris*		R R	R R	R R	R	+					
4. *Cos.*	*concinnus*			R R	R							
5. *Cos.*	*oculus-iridis*			R R		R R						
6. *Cos.*	*asteromphalus*	R R	R R	R R	R	+	+	R R	R R	R	R	R R
7. *Cos.*	*janishii*					R R	R R		R R			R R
8. *Cos.*	*excentricus*			R R								
9. *Stephanopyxis*	*palmeriana*					R R						
10. *Paralia*	*sulcata*	+	+	+	+	+	+	+	R	+	+	+
11. *Guinardia*	*flaccida*				+			R R			R R	
12. *Skeletonema*	*costatum*			R R		+	R R	R R				
13. *Actinoptychus*	*undulatus*	R R		R R	R	R	+		R R			
14. *Rhizosolenia*	*alata*				R	R R	R R	R	R R	R R	R R	
15. *Rhiz.*	*Bergonii*				R R		R R	R R				
16. *Rhiz. imbricata*	var. *Shrubsolei*				R R	R R						
17. *Rhiz.*	*seligera*							R R				
18. *Rhiz.*	*calca-avis*							R				
19. *Rhiz.*	*robusta*				R R							
20. *Rhiz.*	*flagilissima*										R R	
21. *Haemiaulus*	*Hauckii*				R		R		R R		R R	
22. *Thalassiothrix*	*Frauenfeldii*	R R				R R						
23. *Thal.*	*longissima*					R R						
24. *Thal.*	*nitzschioides*		R R			R R						
25. *Synedra*	*fulgens*			R R								
26. *Triceratium*	*favus*	R R	R R	R R		R R			+			
27. *Campylodiscus*	*undulatus*	R R	R R	R R		R R	R	R	R R		R R	
28. *Licmophora*	*abbreviata*	R R	R R	R R								
29. *Chaetoceros*	*decipiens*				R R							
30. *Ch.*	*densus*				R R							
31. *Ch.*	*compressus*						R R					
32. *Ch.*	*curvisetus*					R R						
33. *Ch.*	spp.										R R	
34. *Nitzschia*	*sigma*	R R	R R	+	R	+	+	R	R R		+	
35. *Nitz.*	*longissima*	R R		R	R R	R	R	R R				
36. *Nitz. longissima*	var. *Reversa*	R R		R		R		R R			R	
37. *Nitz.*	*lanceolata*			R R				R R				
38. *Nitz.*	*seriata*		R R			R R	R R				R R	
39. *Surirella*	*gemma*	R	+	+	+	+	+	+	R R	R	+	
40. *Pleurosigma*	*intermedium*	R R	R	R R	R		R	R		R R		
41. *Navicula*	*fusca*	R R	+	+ +	+	+	+	+	+	R	+	
42. *Nav.*	*pandula*	R R	R	R R	R R	R R	R R	R R	R R	R R	R R	R R
43. *Nav.*	*ovalis*	R R	R	+	R	R	R	+	+	R R	R R	R R
44. *Nav.*	*cancellata*								R R			
45. *Dityium*	*sol*					R R	R R	R R				
46. *Surirella*	*cuneata*			R R					R R			
47. *Biddulphia*	*sinensis*			R R			R R					
48. *Bid. longicruris*	var. *japonica*			R R							R	
49. *Biddulphia*	*pulchella*											R R
50. *Amphiprora gigantea*	var. *sulcata*	R		R			R		R R			
51. *Rhoicosigma*	*oceanicum*							+				
52. *Arachnoidiscus*	*ornatus*									R R		
53. *Melosira*	*Borreri*						R R					
54. *Achnanthes*	*brevipes*	R R					R R	R R		R R		
55. *Cocconeis*	*scutellum*	R R	R R						R R			
				R R								
Zoo-plankton												
1. *Dictyocha*	*fibula*											
2. *Tintinnopsis*	sp.			+	R R		+					
3. *Globigerina*	sp.					R R	R R		R R			
4. *Dinophysis*	sp.								R R			
5. *Noctiluca*	*scintillans*			R R								
6. *Calanus*	spp.				R R							
7. *Clytemnestra*	*scutellata*			R R							R R	
8. *Microsetella*	*rosea*								R R			

Species \ Date		1952			1953			1954				
		4/VII	5/VII	6/VII	6/III	28/VIII	24/X	2/II	23/III	10/IV	12/VI	2/V
9. *Microsetella*	*norvegica*				R R							
10. *Euterpe*	*acutifrons*				R R							
11. *Idya*	*ensifera*								R R	R R		R R
12. *Corycaeus*	spp.		R R									
13. *Oncaea*	spp.								R R			
14. Copepoda	nauplii				R R					R R		
15. Veliger (Oyster ?)							+			+ +	+	+ +
16. Veliger			R R		R R					R R		
17. Fish	eggs										R R	
18. Macruran	eggs				R R				R R			
19. Ostracod	larvae					R R						
20. Scales						R R						

Table 3. Dominant species occurred in the Inland Sea during 1951～1952

Date	Dominant species
June(1951)	*Acanthometron pellucidium, Noctiluca scintillans, Oithona similis*
July	*Noctiluca scintillans, Oithona similis, Penilia Schmackeri*
August	*Chaetoceros compressus*
September	*Chaetoceros decipiens, Thalassiothrix Frauenfeldii, Bacteriastrum hyalinum*
October	*Skeletonema costatum, Bacteriastrum hyalinum*
November	*Coscinodiscus radiatus, Rhizosolenia alata*
December	*Rhizosolenia alata, Rhiz. Bergonii, Acanthometron pellucidium*
January(1952)	*Rhizosolenia alata, Acathometron pellucidium*
February	*Rhizosolenia alata, Guinardia flaccida*
March	*Rhizosolenia alata*
April	*Noctiluca scintillans*
May	*Rhizosolenia alata, Nitzschia seriata, Favella campanula*
June	*Acanthometron pellucidium, Noctiluca scintillans*
July	*Penilia Schmackeri*

Table 4. Size of foods-plankton

phyto-plankton	
Coscinodiscus stellaris 120～160μ diameter	***Coscinodiscus asteromphalus*** 250～300μ
Paralia sulcata 80～100μ (in length), 40～60μ diam.	***Nitzschia seriata*** 200～250μ (in length)
Campylodiscus undulatus 150～180μ (in length)	***Thalassiothrix longissima*** 100～1200μ (in length)
Nitzschia sigma 200～300μ (in length)	***Biddulphia longicruris*** 60μ (in length), 40μ (in width)
Synedra fulgens 350～400μ (in length)	***Navicula cancellata*** 120～180μ (in length)
Nitzschia longissima var. ***Reversa*** 200～500 (inlength)	***Nitzschia lanceolata*** 160～190μ (in length)
Pleurosigma intermedium 150～450μ (in length)	***Actinoptychus undulatus*** 50～100μ (in length)
Rhoicosigma oceanicum 200～250μ (in length)	***Navicula pandula*** 25～60μ (in length)
Arachnoidiscus ornatus 150～160μ (in diameter)	***Guinardia flaccida*** 300～400 (in length), 50～70 (in width)
Rhizosolenia imbricata var. ***Shrub.*** 200～300μ (in length)	***Rhiz. alata*** 700～800μ (in length), 60～80 (in width)
Suriella cuneata 150～200μ (in length) 100～140μ (in width)	
Zoo-plankton.	
Idya ensifera 600～800μ (in length)	***Microsetella rosea*** 700～800μ (in length)
Microsetella rosea 700～800μ (in length)	***Corycaeus*** sp. 500～600μ in length 200～300μ in width
Veliger 200～300μ in length 200～280μ in width	Macruran eggs 200～250μ in diameter

消化液及び酵素は，比較的堅い珪酸質からなる殻は溶解せしめる事なく，内容物のみを吸収溶解するのではなかろうかとも考えられる。

猶トリガイの食餌と既往の木下のホタテガイ，田村のカキ，愛媛水試のアコヤガイ稚貝の食餌調査の結果を第5表に比較した。

Table 5. Foods of several Bivalves

Diatoms \ Several bivalves		*Fulvia mutica*	*Pecten yessoensis*	*Gryphaea gigas*	*Pinctada martensii*
Actinoptychus	*undulatus*	+	+	+	
Arachnoidiscus	*ornatus*		+	+	
Biddulphia	*aurita*		+	+	
Bid.	*sinensis*	+			
Bid.	*pulchella*	+			
Bid.longicruris var.	*japonica*	+			
Coscinodiscus	*radiatus*	+	+	+	+
Cos.	*janishii*	+	+	+	
Cos.	*stellaris*	+	+		
Cos.	*asteromphalus*	+			
Cos.	*concinnus*	+			
Cos.	*excentricus*	+			
Chaetoceros	*didymus*		+		
Ch.	*curvisetus*	+			
Ch.	*densus*	+			
Ch.	*decipiens*	+			
Ch.	*criophilum*		+		
Cocconeis	*scutellum*	+	+	+	
Corethron	*criophilum*		+		
Denticula	sp.		+	+	
Dactyliosolen	*tenuis*		+		
Guinardia	*flaccida*	+			
Fragilaria	*islandica*		+		
Fr.	*oceanica*		+		
Fr.	*striatula*		+		
Grammatophora	*marina*		+		+
Leptocylindrus	*abbreviata*		+		
Melosira	*Borreri*	+	+	+	
Navicula	*pandula*	+	+	+	
Nav.	*ovalis*	+	+	+	
Nav.	*fusca*	+	+	+	
Nitzschia	*cancellata*	+	+		
Nitz.	*longissima*	+	+	+	
Nitz. longissima var.	*Shr.*	+			
Nitz.	*lanceolata*	+			
Nitz.	*sigma*	+			
Nitz.	*seriata*	+		+	+
Paralia	*sulcata*	+	+	+	
Pleurosigma	*affine*	+			+
Synedra	*affinis*		+	+	+
Synedra	*filgens*	+			
Thalassiosira	*Nordenskioldii*		+	+	
Thal.	*Frauenfeldii*	+	+	+	
Rhizosolenia	sp.			+	+
Rhiz.	*alata*	+			
Rhiz.	*Bergonii*	+			
Rhiz.	*calca-avis*	+			
Rhiz.	*robusta*	+			
Rhiz.	*hebetata*		+	+	
Hemiaulus	*Hauckii*	+			
Triceratium	*favus*	+			
Campylodiscus	*undulatus*	+			
Stephanopyxis	*palmeriana*	+			
Skeletonema	*costatum*	+			
Ditylium	*sol*	+			
Rhoicosigma	*oceanicum*	+			
Achnanthas	*brevipes*	+			
Licmophora	*abbreviata*	+	+	+	

木下，田村の調査海区が東北，北海道で本調査と地理的に甚しく遠隔であるにも拘わらず，捕食されたプランクトン組成（動物性を除く）は共通種属が甚だ多く，それ等の殆んど総ては本邦沿岸水域に出現する珪藻で，少くともカキ，ホタテガイ及びトリガイでは既述した珪藻の分布場所，形態，大いさの点で共通性があるのではないかと思考される。

4. 摘　　要

1．トリガイは殻長 8.3cm，殻高 8.6cm，殻幅 4.8cmの大型貝で，消化管内に長さ 5.5 cmの大きな杵晶体を有する。

2．消化管の内容物は珪藻類，原生動物，橈脚類，貝類の幼体，泥土等広範囲の種類に及んだが，特に多量摂餌されたものは *Coscinodiscus Asteromphalus*, *Palalia sulcata*, *Nitzschia sigma*, *Navicula cancellata*, *Pleurosigma intermedium*, *Navicula Pandula* 及び貝類の幼生であつた。

3．摂餌されたプランクトンは主として形態の大小及び底棲性に依つて決定される様である。

4．摂餌されたプランクトンの大きさについては，長さは比較的長いものをも許容するが幅は口器により制限される様で，その許容大は200～300 μ 位である。

5．食餌組成はホタテガイ，カキのそれとよく類似している。

5. 文　　献

1）愛媛県水産試験場：1915．平城湾真珠貝基本調査報告．

2）平坂恭介：1916．浅海利用調査報告，第1報，東京湾，農商務省水産局．

3）妹尾秀実．堀　重蔵：1927．垂下式養蠣試験報告，水産講習所試験報告，**22**（24）．

4）IKARI, J.：1929. Notes on the diatoms found in the Stomach contents of Japanese Oysters. Proc. Fourth Pacific Science Congress, Java, 239～244.

5）田村　正：1932．鷹架沼産牡蠣の棲息状態観察，斉藤報恩会時報，**65**.

6）木下虎一郎：1949．ホタテガイの増殖に関する研究" 北方出版社．

7）高槻俊一：1951．動物の消化生理，河出書房．

8）前川，井上，宇都宮，柳井，千葉，鶴田：1953．周防灘に於ける海況並びにプランクトンの季節的変化に就いて，山口県内海水産試験場研究業績，**5**（1）．

ドジョウの冬期蓄養に於ける魚体の減耗に就いて※

久保田善二郎・松井　魁

On the Decreasing Rate in Weight and Number of the Loach (*Misgurnus anguillicaudatus* CANTOR) during the Winter Season.

By

Zenziro KUBOTA and Isao MATSUI

1) The relation between the stocking density and decreasing rate of loaches cultured at the sunny places or in the shade were studied.

2) The most important factor of controlling the decreasing rate is not number of fish, but weight of it, and the decreasing rate in weight is controlled by temperature, namely the higher the temperature is, the larger the decreasing rate ensues.

3) One-year fish are earlier to wake from hibernation than aged fish.

4) The relations between the stocking density (W′) per one square meter and decreasing rate (W) in weight during the experimental period are shown by the following formula :

$W = 14.43\ e^{0.0006W'}$ ..... at the sunny places

$W = 18.4 \sim 18.6$ ..... one-year fish in the shade

$W = 16.1 \sim 18.2$ ..... aged fish in the shade

Thus, the decreasing rates of one-year and aged fish in the shade are no affected by density in range of this experiment.

5) The relation between stocking number of fish and decreasing rate in number is represented by a curve.

6) The decreasing rate of female fish is larger than that of male in case cultured at higher temperatures, but no difference in both sexes in the above rate is observable at lower temperatures.

緒　　言

ドジョウは最も需用が多く且価額も高い夏期には，当才魚は小型の為食用には不適当であるから，これを種苗として1ケ年間養成する必要がある。又採卵用の親ドジョウを確保するに際し，産卵期の採捕は梅雨による増水の為に労力を要し，且採捕魚の中には，既に産卵を終つた個体もあつて優良な親魚は得難い傾向がある。これに反して冬期にはドジョウが泥中に比較的密集して棲息し[1]，採捕し易い点からこの時期に採捕して養成することが望ましい。更に

※ 水産講習所研究業績　第162号.

漁村に於いては，ブリ等の釣用の餌料として冬期間ドジョウが使用されている[4]。以上述べた諸事項に関連して重要な問題は，冬期蓄養による尾数及び体重の減耗の程度，適合した放養密度を知る事であると考え本研究に着手した。稿を草するに当り，実験に御助力下された水産講習所田名臨海実験実習場の吉岡俊夫，河村信一，福本タネ子の諸氏に感謝の意を表する。

実験材料及び方法

室内実験は1950年11月17日より'51年3月19日に亘る123日間，山口県平生町佐賀，本所田名臨海実験実習場で行つた。

実験材料は実験開始日の前日，山口県平生町及び田布施町附近の溝で採捕したドジョウを使用した。

実験方法は先づ直径30cm（表面積706.5cm²），深さ12.5cmのガラス水槽を8個，又直径50cm（表面積1962.5cm²），深さ45cmの素焼の壺3個を用意し，前者は泥土の厚さを約7cm，水深を約3cmとし，後者は厚さ約30cmを赤土で固め，その上部に約7cmの厚さの泥土をおき，水深を3～5cmになる様に調整した。続いてドジョウ300尾をA群，50尾，B群，40尾，C群，30尾，D群，20尾，E群，10尾，F群，40尾，G群，30尾，H群，20尾，I，J，Kの各群は夫々20尾宛の11の群に分けた。A～H群は平均体重約3gの1年魚からなり，各群共雌雄の尾数を同一割合とし，又I～K群は2年魚以上の高年令魚で，雄魚は平均体重約7g，雌魚では約10gからなり，I群は雌魚のみ，J群は雄魚のみ，K群は雌及び雄魚を夫々10尾宛とした。この様に分けた各群の体重を雌雄別に秤量後，各群別に，A～H群はさきに述べたガラス水槽に，I～K群は壺に放養した。そしてA～E群は南東に向いた室の窓際で，日光の直射を受ける場所に，又F～K群は北西に向いた室の日光の直射を受けない場所に位置させた。その後投餌せずに飼育し，12月5日，1月16日，2月17日，3月19日の4回，同様な方法で体重及び尾数を調査し，減耗量及び減耗率を算定した。尚毎日午前10時から12時の間にA及びF並びにIの各群の水温及び深さ5cmの場所の泥温を測定すると共に，10日に1回宛換水した。

養魚池に於ける実験は1954年11月13日から'55年2月3日に亘る83日間，下関市吉見町，水産講習所の養魚池で実施した。池は日光の直射を受ける場所に位置し，面積は92×190.5cm，コンクリート製で，底部は一方が4cm低くてやゝ傾斜しており，排水口の近くに，直径35cm，深さ6cmの魚溜りがある。この底に泥土を5～10cmの厚さにしき，泥土の表面を水平にした。この様な池4面を使用し，他の実験目的で6月末から飼育した当才魚を，a群，50尾，b群，23尾，c群，17尾，そしてd群は8尾として各池に放養した。その後換水は行わずに放置し，2月3日に泥土を掘りおこしてドジョウを採捕後，重量及び尾数の減耗を調査した。

実験結果

(I) 室内実験

温度　実験期間中の水温及び泥温を各群別に見ると，A群は最も高く，又天候により大きい変異を示したが，一方F及びI群はA群に比較して1～13°C低く且つ天候による支配はほとんど受けなかつた。最低水温はA群，3.0°C，F及びI群では0.9°C，同じく泥温はA群，1.9°C，F及びI群では1.2°Cで，又最高水温はA群，30.9°C，F群17.5°C，I群，16.0°C，同じく泥温はA群，30.2°C，F群，17.2°C，I群，15.2°Cであつた。水温及び泥温は実験開始日より漸時下降し，1月下旬に最低となり，それ以後は上昇した（第1図）。

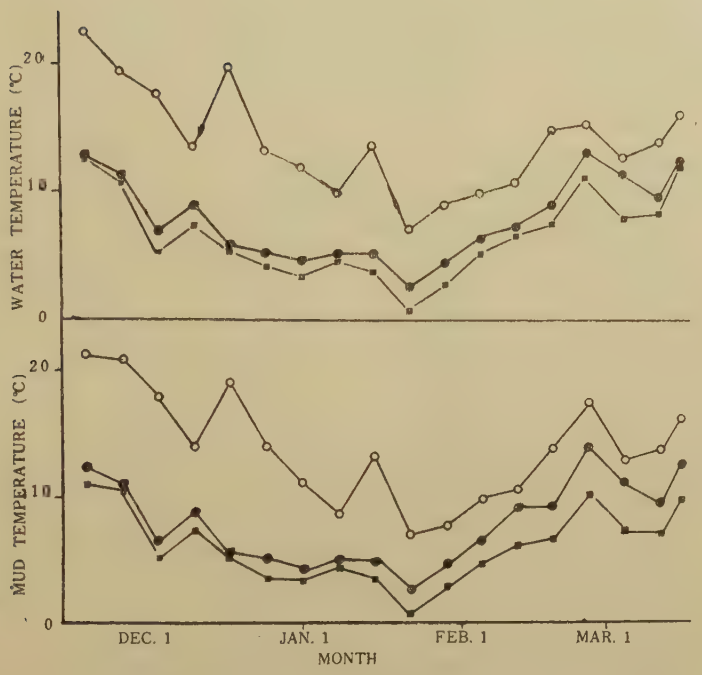

Fig. 1. Variation of water and mud temperatures during the experimental period : O, A; ●, F; ■, I group.

棲息状態　A～E群では12月初旬迄は泥中で活動し，その度合は棲息密度の大きい群程大で，従つて泥土を攪拌することによる水の濁り方も比例したが，一方F～H群及びI～K群では，何れも泥中に静止し，水も濁らなかつた。12月中旬以後ではA～E群も活動を停止し，ガラス容器の側面から観察すると，容器の底部附近に，背部を上にし，大部分のものが体軸を水平に保ち，又容器の下方より見上げると，体を極端に左右に曲げたものや，ほゞ直線に近い形をとつたもの等もあつて一定していなかつた。

冬眠から覚めて泥上の表面に吻部又は頭部を最初に現わす時期は，A～E群及びF～H群では共に2月5日で，水温は前者7.1°C，後者4.5°C，又泥温は前者7.2°C，後者5.0°Cであつた。この時期は河川に於ける最初の出現時期と略々一致している。即ち筆者等は1955年1月17日以来，下関市吉見町永田川下流水域のドジョウの棲息地帯の観察を続けていたところ，2月2日にその一地点でドジョウの小型魚が数尾，頭部を泥中より現しているのを発見した。この時の水温は12.8°C，泥の深さ10cmの場所の温度は8.8°Cであつた。一方，高年魚であるI～K群では，さきの各群よりもづつと後の2月22日で，水温12.2°C，泥温11.2°Cであつた。然し，かゝる現象は2月では各群共極く一部の個体に過ぎず，3月に入るに及び急激に増加し，3月10日頃よりA～E群ではその大半が，F～H群では極く小数が泥中より抜け出て水中を游泳した。然しI～K群では実験終了日迄泥中より抜け出て魚体の全部を現した個体は発見出来なかつた。

減重係数　実験開始日より12月5日迄を第I期，12月6日から1月16日迄を第II期，1月17日から2月17日迄を第III期，そして2月18日から実験終了日迄を第IV期とし，各期間の日数

を夫々 d_1……d_4，これ等の各期終了日の収納量を夫々 w_1……w_4，そして放養時の体重をw_0として，各期間毎の各群別1日当りの減重係数（第I期 $W_I=\frac{100(w_0-w_1)}{w_0\ d_1}$ 同様にして第IV期 $W_{IV}=\frac{100(w_3-w_4)}{w_3\ d_4}$）を算定した（第1表）。即ち$W_I$は比較的大きく，最大はC群の0.63，

Table 1. Decreasing rate in weight a day during each period.

Periods	Groups	Amount of stoking (g)	Weight of catch (g)	Decreasing weight (g)	Decreasing rate in a day
I (Nov. 17～Dec. 5) 19 days	A	166.0	147.1	18.9	0.60
	B	132.7	128.7	4.0	0.16
	C	103.4	91.0	12.4	0.63
	D	60.6	58.2	2.4	0.25
	E	38.5	36.7	1.8	0.24
	F	121.8	117.1	4.7	0.20
	G	89.9	86.8	3.1	0.18
	H	73.8	70.5	3.3	0.23
	I	212.2	197.1	15.1	0.37
	J	140.0	137.6	2.4	0.09
	K	210.1	195.1	15.0	0.37
II (Dec. 6～Jan. 16) 42 days	A	147.1	137.7	9.4	0.15
	B	128.7	121.7	7.0	0.13
	C	91.0	83.5	7.5	0.20
	D	58.2	54.0	4.2	0.17
	E	36.7	35.1	1.6	0.10
	F	117.1	109.4	7.7	1.16
	G	86.8	82.5	4.3	0.12
	H	70.5	68.5	2.0	0.07
	I	197.1	188.0	9.1	0.11
	J	137.6	133.7	3.9	0.07
	K	195.1	186.8	8.3	0.10
III (Jan. 17～Feb. 17) 32 days	A	137.1	127.5	10.2	0.23
	B	121.7	105.9	15.8	0.40
	C	83.5	78.0	5.5	0.20
	D	54.0	52.7	1.3	0.08
	E	35.1	33.0	2.1	0.18
	F	109.4	105.2	4.2	0.12
	G	82.5	80.7	1.8	0.07
	H	68.5	67.5	1.0	0.04
	I	188.0	185.4	2.6	0.04
	J	133.7	126.8	6.9	0.16
	K	186.8	181.9	4.9	0.08
IV (Feb. 18～Mar. 19) 30 days	A	127.5	58.9	68.6	1.79
	B	105.9	77.0	28.9	0.90
	C	78.0	66.4	11.6	0.49
	D	52.7	46.6	6.1	0.38
	E	33.0	30.4	2.6	0.26
	F	105.2	99.4	5.8	0.18
	G	80.7	73.2	7.5	0.31
	H	67.5	60.1	7.4	0.36
	I	185.4	173.5	11.9	0.21
	J	126.8	117.5	9.3	0.24
	K	181.9	175.2	6.7	0.12

最小はJ群の0.09，平均0.31で，次のW_{II}では，W_Iに比較して小さく，最大は同じくC群の0.20，最小はH及びJ群の0.07，平均0.12，更にW_{III}では前期に比較して大差は認められず平均0.15であるが，各群別による係数値の変異の巾が増大し，最大はB群の0.40，最小はH及びI群の0.04であつた。最後のW_{IV}では，各期間を通じて最も大きく，最大は高密度であるA群で1.79，最小はK群の0.12，平均0.48を示した。これ等の減重係数の時期別の推移と各期間

中のA，F，Iの各群の平均泥温との関係は，略正の相関を示した（第2図）。

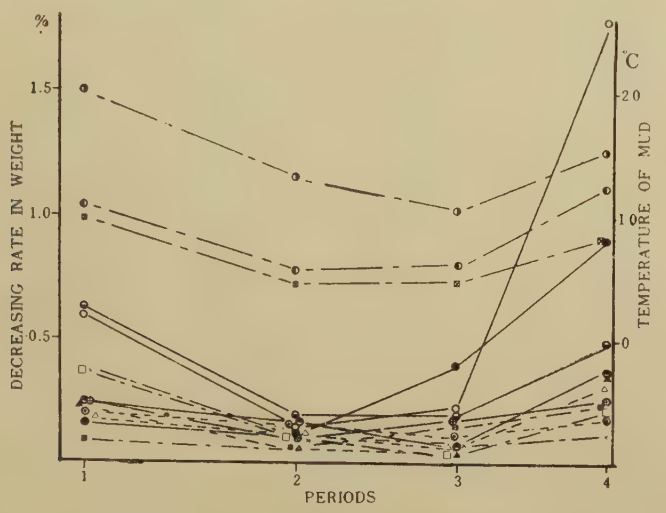

Fig. 2. Relation between the decreasing rate in weight a day in each period and mean mud temperature.

Remarks :
Decreasing rate : ○, A; ●, B; ◒, C; ◓, D; ⊕, E; ◎, F; △, G; ▲, H; □, I; ■, J; ×, K group.
Mud temperature : ◑, A; ◐, F; ⊠, I group.

実験開始日の放養量（w_0）が時間の経過によつて如何に変化するかを知る為に，w_0を基準として各群別に減重係数（12月5日，$W_{I'}=\frac{100(w_0-w_1)}{w_0}$，同様にして3月19日は $W_{IV'}=\frac{100(w_0-w_4)}{w_0}$）を第1表より求めた（第3図）。即ち$W_{I'}$はA～E群3.0～11.4，F～H群3.4～4.5，I～K群1.7～7.1で，$W_{II'}$ではA～E群8.3～18.4，F～G群7.2～10.2，I～K群4.5～11.4である。$W_{III'}$ではA～E群13.0～23.4，F～H群8.5～13.6，I～K群9.4～13.4で，この時期にA～E群と其の他の群とで区別される。$W_{IV'}$では，その差異は尚一層明瞭となり，日光の直射を受ける場所に位置させた群の方が蔭に置いた群よりも大きい。

実験開始日の放養量を1平方米当りに換算した値（W'）と実験期間中の減重係数（W）との関係は，A～E群では曲線となり $W=14.43e^{0.0006W'}$，の実験式で示される。一方F～H及びI～K群では，実験の範囲内では密度に影響されないで略々直線となり，前者のWは18.4から18.6，後者のそれは16.1から18.2の値を示す（第4図）。

個体の減耗係数　各期終了日の生存尾数を夫々n_1……n_4，実験開始日の放養尾数をn_0各期間の日数を

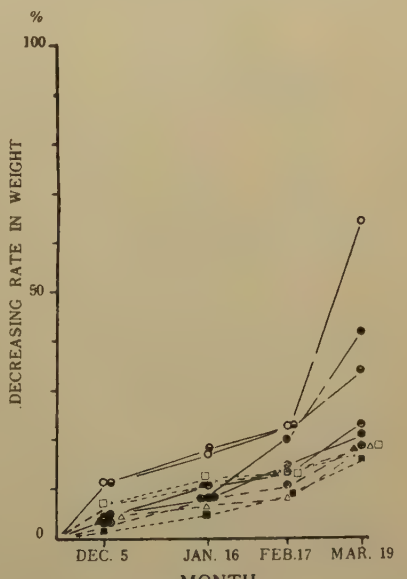

Fig. 3. Decreasing rate for the density in each group at the time of stocking : ○, A; ●, B; ◒, C; ◓, D; ⊕, E; ◎, F; △, G; ▲, H; □, I; ■, J; ×, K group.

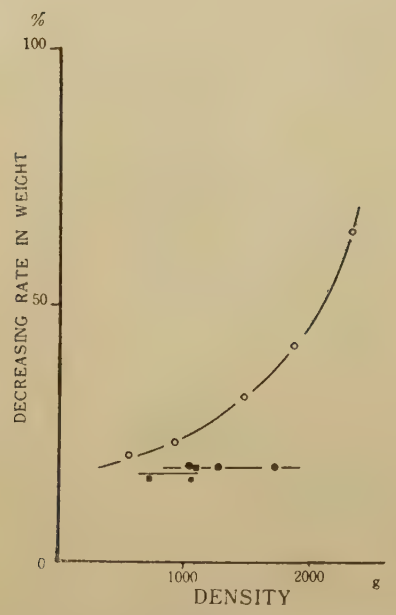

Fig. 4. Relation between the density per one square meter and the decreasing rate in weight during the experimental period : ○, A～E ; ●, F—H; ■, I～K groups.

夫々d_1……d_4とし，各期間毎の各群別1日当りの減耗係数（第I期$N_I=\frac{100(n_0-n_1)}{n_0\ d_1}$，同様にして第IV期$N_{IV}=\frac{100(n_3-n_4)}{n_3\ d_4}$）を求めた（第2表）。即ち減重係数と同様な傾向を示し，N_I及びN_{IV}は大きく，N_{II}及びN_{III}は小さい。n_0を基準として減耗係数（第I期$N_{I'}=\frac{100(n_0-n_1)}{n_0}$，同様にして第IV期$N_{IV'}=\frac{100(n_0-n_4)}{n_0}$）を求めると，A～E群では第III期迄は0～6.7でほとんど死なないが，水温及び泥温の上昇する第IV期では0～64.0で高度群程大きい値を示している。又F～H群では第I期に0～3.3で，この値は実験終了日迄変化しなかつた。又I～K群では実験期間中1尾も斃死しなかつた（第5図）。

Table 2. Decreasing rate in number of fish a day during each period.

Periods	Groups	Number of stocking	Number of catch	Number of decrease	Decreasing rate in a day
I	A	50	48	2	0.22
	B	40	40	0	0
	C	30	29	1	0.17
	D	20	20	0	0
	E	10	10	0	0
	F	40	39	1	0.13
	G	30	29	1	0.17
	H	20	20	0	0
	I	20	20	0	0
	J	20	20	0	0
	K	20	20	0	0
II	A	48	47	1	0.05
	B	40	40	0	0
	C	29	28	1	0.08
	D	20	20	0	0
	E	10	10	0	0
	F	39	39	0	0
	G	29	29	0	0
	H	20	20	0	0
	I	20	20	0	0
	J	20	20	0	0
	K	20	20	0	0

III	A	47	47	0	0
	B	40	39	1	2.5
	C	28	28	0	0
	D	20	20	0	0
	E	10	10	0	0
	F	39	39	0	0
	G	29	29	0	0
	H	20	20	0	0
	I	20	20	0	0
	J	20	20	0	0
	K	20	20	0	0
IV	A	47	18	29	2.05
	B	39	32	7	0.60
	C	28	27	1	0.12
	D	20	20	0	0
	E	10	10	0	0
	F	39	39	0	0
	G	29	29	0	0
	H	20	20	0	0
	I	20	20	0	0
	J	20	20	0	0
	K	20	20	0	0

1平方米当りに換算した放養尾数と実験期間中の減耗係数との関係は曲線で示され，放養密度が300尾迄は斃死魚の出現は見られないが，それより高密度では，減耗係数は日光の直射を受ける場所では急速に，蔭に位置させた場合には緩慢に増加する（第6図）。

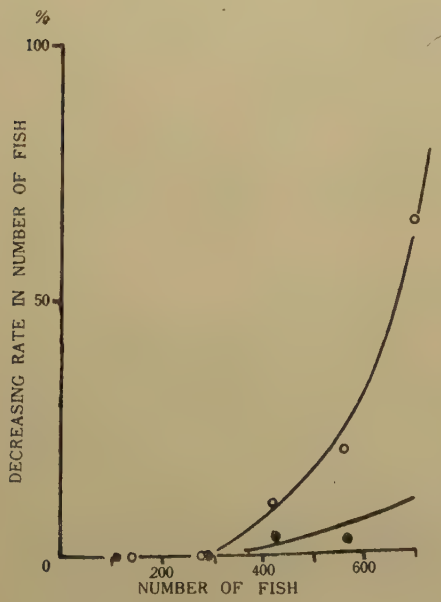

Fig. 6. Relation between the density per one square meter and the decreasing rate in number of fish during the experimental period : ○, A~E; ●, F~H; ■, I~K groups.

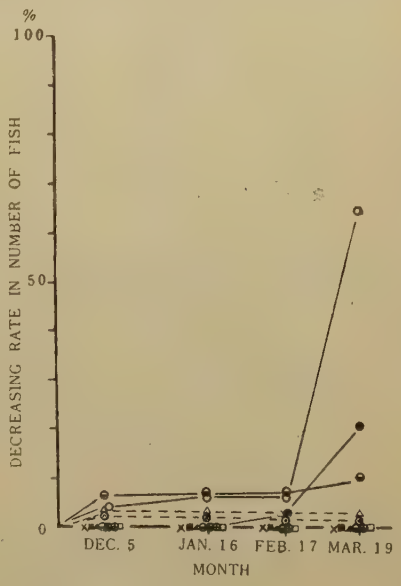

Fig. 5. Decreasing rate in number of fish in relation to the density in each group at the time of stocking : ○, A; ●, B; ◒, C; ◓, D; ⊕, E; ◎, F; △, G; ▲, H; □, I; ■, J; ×, K group.

雌雄による重量及び尾数の減耗係数の比較

雌雄別に各時期の減重係数（$W_{I'}$……$W_{IV'}$）を算定した（第3表）。即ちA～E群の減重係数は第III期迄は例外があるが，第IV期には各群共雌魚の方が雄魚よりも大きい。然しF～H群ではG及びH群は雌魚の方が大きいがF群は

Table 3. Comparison of the decreasing rate in weight among the male and the female.

Groups	Periods / Sex	Body Weight: At time of Stocking	I	II	III	IV	Decreasing rate: I	II	III	IV
A	♀	63.7	51.0	49.6	44.1	11.5	20.0	22.3	30.6	81.9
	♂	102.3	96.1	88.1	83.4	47.4	6.0	13.9	18.6	53.8
B	♀	58.9	56.6	54.8	44.7	28.1	3.8	7.0	24.0	52.2
	♂	73.8	72.1	66.9	61.2	48.9	2.2	9.5	17.0	33.8
C	♀	60.2	52.8	50.6	47.6	37.8	12.8	16.0	21.0	37.3
	♂	43.2	38.5	32.9	30.4	28.6	10.9	23.8	29.5	33.8
D	♀	22.2	20.7	18.8	18.1	15.7	6.7	15.3	18.4	29.2
	♂	38.4	37.5	35.2	34.6	30.9	2.4	8.4	9.9	19.5
E	♀	19.9	18.3	16.9	16.1	14.4	8.1	15.1	19.1	27.5
	♂	18.6	18.4	18.2	16.9	16.0	1.1	2.2	9.2	14.0
F	♀	49.6	47.0	46.2	45.5	42.8	5.3	6.9	8.3	13.8
	♂	72.2	70.1	63.2	59.7	56.6	3.0	12.5	17.4	21.6
G	♀	43.8	41.8	41.2	39.5	35.6	4.6	6.0	9.7	18.7
	♂	46.1	45.0	41.3	41.2	37.6	2.4	10.5	10.7	18.5
H	♀	31.6	30.8	29.6	29.1	25.5	2.6	6.4	8.0	19.3
	♂	42.2	39.7	38.9	38.4	34.6	6.0	7.9	9.1	18.0
I	♀	212.2	197.1	188.0	185.4	173.5	7.2	11.5	12.8	18.3
J	♂	140.0	137.6	133.7	126.8	117.5	1.8	4.5	9.5	16.1
K	♀	128.2	123.5	118.0	114.6	110.8	3.6	8.0	10.7	13.6
	♂	81.9	71.6	68.8	67.3	64.4	12.6	16.0	17.9	21.4

雄魚の方が大きい。又I～K群では雌魚のみからなるI群と雄魚のみからなるJ群とを比較すると，I群の方が大きいが，雌魚と雄魚とを混養したK群では逆に雄魚の方が大きい。かくの如く日光の直射を受けた群では何れも雄魚よりも雌魚の方が減重係数は大であるが，蔭に位置させ温度を低く保たせた群では，雌雄による差異は認め難い。

次に各時期の雌雄別による個体の減耗係数（$N_{I'}$ …… $N_{IV'}$）は減重係数の場合と同様な傾向を示し，A～E群では各群共雌魚の方が大きいが，F～H群及びI～K群では雌雄による差異は認められない（第4表）。

Table 4. Comparison of the decreasing rate in number of fish among the male and the female.

Groups	periods / Sex	Numder of fish: At time of Stocking	I	II	III	IV	Decreasing rate: I	II	III	IV
A	♀	25	23	23	23	4	0	8.0	8.0	84.0
	♂	25	25	24	24	14	0	4.2	4.2	44.0
B	♀	20	20	20	19	15	0	0	5.0	25.0
	♂	20	20	20	20	17	0	0	0	15.0
C	♀	15	14	14	14	13	6.7	6.7	6.7	13.3
	♂	15	15	14	14	14	0	6.7	6.7	6.7
D	♀	10	10	10	10	10	0	0	0	0
	♂	10	10	10	10	10	0	0	0	0
E	♀	5	5	5	5	5	0	0	0	0
	♂	5	5	5	5	5	0	0	0	0
F	♀	20	20	20	20	20	0	0	0	0
	♂	20	19	19	19	19	5.0	5.0	5.0	5.0

G	♀	15	14	14	14	14	6.7	6.7	6.7	6.7
	♂	15	15	15	15	15	0	0	0	0
H	♀	10	10	10	10	10	0	0	0	0
	♂	10	10	10	10	10	0	0	0	0
I	♀	20	20	20	20	20	0	0	0	0
J	♂	20	20	20	20	20	0	0	0	0
K	♀	10	10	10	10	10	0	0	0	0
	♂	10	10	10	10	10	0	0	0	0

(II) 養魚池に於ける実験

実験結果は第5表に示す通りである。減重係数はa群が最も大きくて23.7，最小はc群の

Table 5. Results of experiment in pond.

Groups	Body weight			Number of fish		
	At time of stocking	At time of fishing	Decreasing rate	At time of stocking	At time of fishing	Decreasing rate
a	92.0	70.2	23.7	50	45	10.0
b	61.5	55.1	10.4	23	22	4.3
c	52.7	50.8	3.6	17	17	0
d	29.8	28.6	4.0	8	8	0

3.6で，放養量の多い程大きい傾向を示し，又尾数の減耗係数はa群が最大で10.0，c及びd群が最小で0の値を示した。これ等の放養量及び放養尾数を1平方米当りに換算して，放養密度と重量及び尾数の減耗係数との関係を示すと何れも曲線となる（第7，第8図）。この成績と

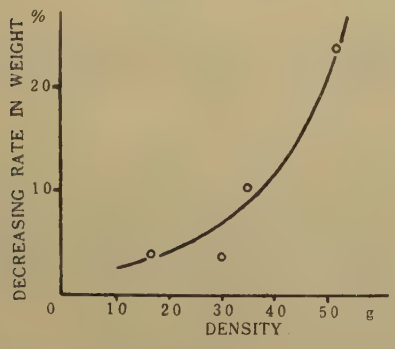

Fig. 7. Relation between the density per one square meter in pond and the decreasing rate in weight.

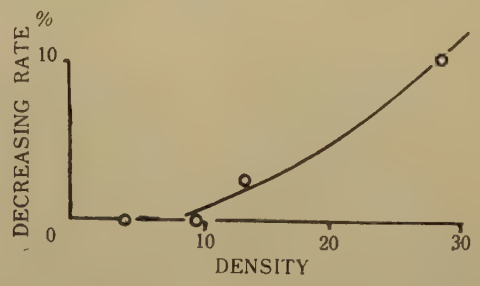

Fig. 8. Relation between the density per one square meter in pond and the decreasing rate in number of fish.

さきの室内実験の結果とを比較すれば，室内実験に於けるE及びD群の1平方米当りの放養量は夫々544.8g，857.5gで，2月3日の減重係数は，第3図から両者共約12と推定される。これに対して養魚池の実験のa群では，放養密度はわづかに52.5gに過ぎないが，E，D群よりも係数値が大きい。又尾数の減耗係数はE及びD群では夫々0であるが，放養密度の遙かに小

さいａ及びｂ群では夫々10.0，4.3を示し室内実験に比較して大きい。

考　　察

減重係数と個体の減耗係数とを比較すれば，全般的に前者よりも後者の方が小さい。この事実は筆者の一人，松井[3]がウナギで指摘している様に，減耗率を支配する最も大きい要素は個体の減少ではなく，絶食に基く体成分の減耗によるものと考えられる。

次にＡ～Ｅ群とＦ～Ｈ群及びＩ～Ｋ群とを重量及び尾数の減耗係数に就いて比較すれば，明らかに前者の方が大きいが，その直接原因は日光の直射による影響ではなくて，それに基づく高温度によるものと考えられる。何故ならば，ドジョウは泥中に潜入しており光線の影響は考えられない。又室内実験の結果で示した様に，時期別の減重係数は泥温の高低と一致していることから減重を支配する要因は水温及び泥温にあることが断定され，温度が高い場合は代謝作用及び運動量が増加し，体重の減少をまねくのであろう。

１年魚（Ｆ～Ｈ群）と２年魚以上の高年令魚（Ｉ～Ｋ群）との減重係数を比較する時に，前者がわづかに大きい傾向を示すが，単なる年令的差異によるものか，温度的差異によるものかは判定し難い。然し乍ら冬眠から覚める時期が，１年魚の方が早い事実は，体成分の減耗を補給する為の餌料の要求からと考えられ，高年令魚の方が蓄養に対する耐性が大きいと思考する。

高温で飼育したＡ～Ｅ群に於いて，雄魚に比較して雌魚の方が減重係数及び尾数の減耗率の大きい事は，水温の上昇に随つて生殖腺の発達に要する物質の必要量が雄魚よりも雌魚の方が大きい事に原因すると共に，給餌のない環境下に於いては，その必要量が補給されない結果，体力の消耗を来し，斃死に至るものと考える。一方低温飼育では，生殖腺の発達が高温飼育の場合よりも緩慢で，雌雄に於いてその必要量の差異が認められないものと想像される。

室内実験と養魚池に於ける実験とで，放養密度に対する減耗率に差異を生じたが，その原因としては，ドジョウの習性を無視した池の構造に基因するものと考えられる。即ちドジョウは一定の水深の場所では，泥土の厚い場所に潜入する性質があり[1),2)]，本実験に於いても各群共放養尾数の66～75%が魚溜りに密集し，残魚もその周辺に棲息して事実上高密度の飼育を行つた結果となり，ａ，ｂの両群では放養密度の割合に減耗率が室内実験よりも大きい値を示したものと考えられる。

以上の諸結果からして，ドジョウを冬期間蓄養する場合には，低温度で飼育するのが望ましく，もしも日光の直射を受ける場所で行う際には，１平方米当りの放養量を1000g，又蓄養期間は水温12～13°C迄とし，それより高温になれば蓄養期間中の体力の消耗を補う為に投餌すべきである。そして蓄養を行う池の構造は，低部を水平にすると共に泥土の厚さを一定にし，ドジョウの分布が一様になる様に努めるべきであろう。

摘　　要

１）日光の直射を受ける場所と蔭の場所とでドジョウを蓄養し，密度と減耗率との関係を調査した。

２）減耗率を支配する最も大きい要素は，個体の減少ではなくて，体重の減少であり，減重は温度に支配される。

３）冬眠から覚める時期は，高年令魚よりも当才魚の方が早い。

4） 1平方米当りの放養量（W′）と実験終了日の収納量から算定した減重係数（W）との関係は，日光の直射を受ける場所では$W = 14.43e^{0.0006W'}$，の実験式で示される。一方日蔭の場所では，実験の範囲内に於いては密度に影響されないで，当才魚のWは18.4～18.6同じく高年令魚のそれは16.1～18.2を示す。

5） 放養密度と尾数の減耗係数との関係は曲線で示される。

6） 高温で蓄養した場合は，雄魚よりも雌魚の方が減耗率は大きい。然し低温では，雌雄による減耗率の差異は生じない。

参 考 文 献

1） 久保田善二郎・松井　魁：未発表．冬期河川に於けるドジョウの棲息状態に就いて．

2） ――――・――――：〃〃〃．養魚池に於けるドジョウの分布に就いて．

3） 松井　魁：1952．日本産鰻の形態，生態並びに養成に関する研究，水産講習所研究報告，2(2)，177～180．

4） 山口県水産指導所：1946．鰮利用漁業の一例，山口県水産指導所特輯（14）．

昭和30年8月8日 印刷　下関市吉見永田本町1944番地
昭和30年8月10日 発行　農林省水産講習所
（非売品）
下関市長崎町2281番地
印刷所　瞬報社写真印刷株式会社
印刷者　藤田永之進